

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ ВО ОТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)(51) Международная классификация
изобретения⁶:
G02B 5/30, G02F 1/13

A1

(11) Номер международной публикации: WO 99/31535
(43) Дата международной публикации:
24 июня 1999 (24.06.99)

(21) Номер международной заявки: PCT/RU98/00415

(22) Дата международной подачи:
15 декабря 1998 (15.12.98)

(30) Данные о приоритете:

97121028	16 декабря 1997 (16.12.97)	RU
98101616	12 января 1998 (12.01.98)	RU
98103709	24 февраля 1998 (24.02.98)	RU
98103710	24 февраля 1998 (24.02.98)	RU
98103736	24 февраля 1998 (24.02.98)	RU
98103743	24 февраля 1998 (24.02.98)	RU
98104867	2 марта 1998 (02.03.98)	RU
98104984	16 марта 1998 (16.03.98)	RU

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «НИОПИК» (ГНЦ РФ «НИОПИК») [RU/RU]; 103787 Москва, Б.Садовая, д. 1, корп. 4 (RU) [GOSUDARSTVENNY NAUCHNY TSENTR ROSSIJSKOI FEDERATSII «NIOPIK» (GNTS RF «NIOPIK»), Moscow (RU)].

(71)(72) Заявитель и изобретатель: МИРОШИН Александр Александрович [RU/RU]; 125502 Москва, ул. Петрозаводская, д. 7, корп. 2, кв. 152 (RU) [MIROSHIN, Alexandr Alexandrovich, Moscow (RU)].

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели / Заявители (только для US): БЕЛЯЕВ Сергей Васильевич [RU/RU]; 141700 Московская обл., Долгопрудный, пр. Пацаева, д. 14, кв. 77

(RU) [BELYAEV, Sergei Vasilievich, Dolgoprudny (RU)]. ХАН Ир Гвон [RU/RU]; 141700 Московская обл., Долгопрудный, пр. Пацаева, д. 14, кв. 26 (RU) [KHAN Ir Gvon, Dolgoprudny (RU)]. КАРПОВ Игорь Николаевич [RU/RU]; 125422 Москва, Дмитровский пр., д. 4, кв. 120 (RU) [KARPOV, Igor Nikolaevich, Moscow (RU)]. МАЛИМОНЕНКО Николай Владимирович [RU/RU]; 141 Московская обл., Лобня, ул. Ленина, д. 6/3, кв. 18 (RU) [MALIMONENKO, Nikolai Vladimirovich, Lobnya (RU)]. ШИШКИНА Елена Юрьевна [RU/RU]; 127412 Москва, ул. Ангарская, д. 57, корп. 2, кв. 94 (RU) [SHISHKINA, Elena Juriyevna, Moscow (RU)]. ВОРОЖЦОВ Георгий Николаевич [RU/RU]; 107078 Москва, ул. Садово-Спасская, д. 21, кв. 268 (RU) [VOROZHTSOV, Georgy Nikolaevich, Moscow (RU)].

(74) Общий представитель: ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «НИОПИК» (ГНЦ РФ «НИОПИК»); 103787 Москва, Б.Садовая, д. 1, корп. 4 (RU) [GOSUDARSTVENNY NAUCHNY TSENTR ROSSIJSKOI FEDERATSII «NIOPIK» (GNTS RF «NIOPIK»), Moscow (RU)].

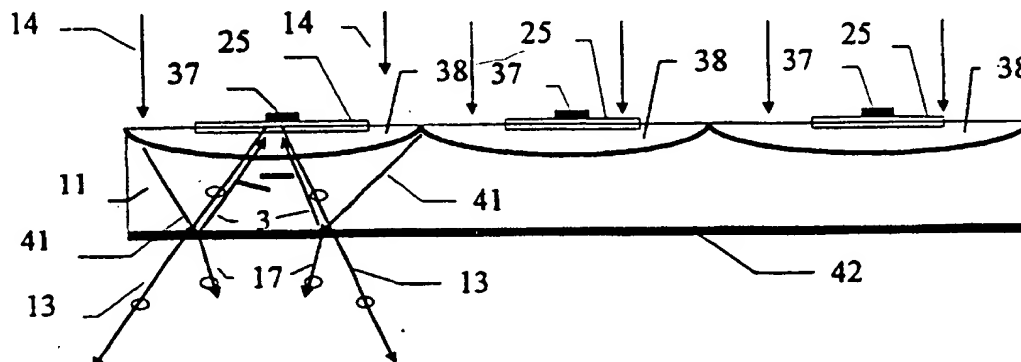
(81) Указанные государства: CN, JP, KR, US, европейский патент (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Опубликована

С отчётом о международном поиске.

(54) Title: POLARISER AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(54) Название изобретения: ПОЛЯРИЗАТОР И ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ



(57) Abstract

The present invention relates to light polarisers, to devices for displaying information and comprising such polarisers and, more precisely, to a liquid crystal display (LCD) element. This invention can be used in flat liquid crystal displays, including the projection-type ones, as well as in lighting fixtures, in optical modulators, in matrix systems for light modulation, etc. In order to produce a polariser and a LCD element comprising such a polariser, this invention uses at least one birefringent layer with anisotropic absorption, wherein said layer exhibits at least one refraction index which increases together with the wavelength of the light to be polarised, said layer having more precisely an abnormal dispersion. It is thus possible to produce dichroic- or interference-type polarisers and to provide for the practically complete conversion of the energy from a non-polarised radiation source into polarised radiation. The above-mentioned characteristics of this polariser, which comprises a birefringent layer with anisotropic absorption and has an abnormal dispersion, enable the production of a colour or monochromatic LCD element which has a higher luminosity, an increased colour saturation as well as good angular characteristics and which is free from umbra.

Изобретение относится к поляризаторам света и устройствам отображения информации на их основе, в частности, к жидкокристаллическому индикаторному (ЖКИ) элементу, и может быть использовано в плоских жидкокристаллических дисплеях, в том числе проекционного типа, осветительной аппаратуре, оптических модуляторах, матричных системах световой модуляции и т.п.

При изготовлении поляризатора и ЖКИ элемента на его основе используется по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, который имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, то-есть аномальную дисперсию, что позволяет создать поляризаторы как дихроичного, так и интерференционного типов, а также обеспечить превращение в поляризованное излучение практически всей энергии источника неполяризованного излучения.

Перечисленные выше особенности заявляемого поляризатора на основе двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя с аномальной дисперсией позволяет создать как цветной, так и монохромный ЖКИ элемент, с повышенной яркостью, цветовой насыщенностью, хорошими угловыми характеристиками и отсутствием теней.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AL	Албания	GE	Грузия	MR	Мавритания
AM	Армения	GH	Гана	MW	Малави
AT	Австрия	GN	Гвинея	MX	Мексика
AU	Австралия	GR	Греция	NE	Нигер
AZ	Азербайджан	HU	Венгрия	NL	Нидерланды
BA	Босния и Герцеговина	IE	Ирландия	NO	Норвегия
BB	Барбадос	IL	Израиль	NZ	Новая Зеландия
BE	Бельгия	IS	Исландия	PL	Польша
BF	Буркина-Фасо	IT	Италия	PT	Португалия
BG	Болгария	JP	Япония	RO	Румыния
BJ	Бенин	KE	Кения	RU	Российская Федерация
BR	Бразилия	KG	Киргизстан	SD	Судан
BY	Беларусь	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SE	Швеция
CA	Канада	KR	Республика Корея	SG	Сингапур
CF	Центрально-Африканская Республика	KZ	Казахстан	SI	Словения
CG	Конго	LC	Сент-Люсия	SK	Словакия
CH	Швейцария	LI	Лихтенштейн	SN	Сенегал
CI	Кот-д'Ивуар	LK	Шри-Ланка	SZ	Свазиленд
CM	Камерун	LR	Либерия	TD	Чад
CN	Китай	LS	Лесото	TG	Того
CU	Куба	LT	Литва	TJ	Таджикистан
CZ	Чешская Республика	LU	Люксембург	TM	Туркменистан
DE	Германия	LV	Латвия	TR	Турция
DK	Дания	MC	Монако	TT	Тринидад и Тобаго
EE	Эстония	MD	Республика Молдова	UA	Украина
ES	Испания	MG	Мадагаскар	UG	Уганда
FI	Финляндия	MK	Бывшая югославская Республика Македония	US	Соединённые Штаты Америки
				UZ	Узбекистан



ПОЛЯРИЗАТОР И ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Область техники:

Изобретение относится к оптике, в частности к поляризаторам света и к жидкокристаллическому индикаторному элементу на его основе.

Поляризатор света, преобразующий естественный свет в поляризованный, и жидкокристаллический индикаторный (ЖКИ) элемент на его основе являются одним из необходимых элементов современных устройств отображения информации на жидких кристаллах (ЖК), системах контроля и световой блокировки.

Уровень техники:

Используемые в настоящее время поляризаторы представляют собой пленки ориентированную одноосным растяжением полимерную пленку, окрашенную в массе органическими красителями или соединениями иода. В качестве полимера используют в основном поливиниловый спирт (ПВС) [см. например, U.S. Patent No 5,007,942 (1991)].

Поляризаторы на основе ПВС, окрашенного иодом, имеют высокие поляризационные характеристики и находят широкое применение в производстве жидкокристаллических индикаторов для экранов, часов, калькуляторов, персональных компьютеров и т.п.

В то же время высокая стоимость и низкая термостойкость поляризаторов на основе ПВС не позволяют применять их в производстве товаров массового потребления, в частности при изготовлении многослойных стекол и пленок для автомобильной промышленности, строительства и архитектуры. Это в свою очередь стимулирует разработку новых типов поляризаторов.

Известен поляризатор, представляющий собой подложку с нанесенным на нее молекулярно ориентированным слоем дихроичного красителя, способного к образованию нематической фазы [U.S. Patent No 2,544,6593 (1951) и Пат. Японии 1-183602 (A) (1989)].

Указанный поляризатор имеет более высокую термостойкость по сравнению с поляризатором на основе поливинилового спирта, поскольку молекулярно ориентированная пленка красителя обладает высокой термостабильностью и может быть сформирована на таких стойких материалах как, например, стекло.

К числу недостатков поляризатора по U.S. Patent No 2,544,6593 и Пат. Японии 1-183602 (А) следует отнести прежде всего недостаточную поляризующую способность и невысокий контраст.

Более высокими поляризационными характеристиками обладает поляризатор [Заявка PCT WO 94/28073 (1994)], представляющий собой подложку с нанесенной на нее тонкой пленкой толщиной 0.1-1.5 мкм молекулярно упорядоченного слоя водорастворимых красителей, представляющих собой сульфокислоты или их неорганические соли азо- и полициклических соединений или их смеси общей формулы (I):

{Хромоген} (SO₃M)_n, где: Хромоген - хромофорная система красителя; М - H⁺, Li⁺, Na⁺, K⁺, Cs⁺, NH₄⁺; которые способны к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы, что позволяет получать на их основе стабильные лиотропные жидкие кристаллы (ЛЖК) и композиции на их основе.

Для изготовления поляризатора по заявке PCT WO 94/28073 на поверхность подложки наносят ЛЖК красителя при одновременным механическим ориентированием с последующим испарением растворителя. При этом на поверхности подложки образуется тонкая пленка молекулярно упорядоченного слоя красителя - поляризующее покрытие (ПП), способное эффективно поляризовать свет. Однако указанный поляризатор имеет поляризационные характеристики, которых все же недостаточно для применения в ЖК устройствах высокого разрешения.

В то же время, известны поляризаторы, "работающие" за счет других физических явлений, например, за счет разного коэффициента отражения света, имеющего различные поляризации. Поляризаторы такого типа называются отражательными, в них используются явления поляризации света как при падении и отражении световых пучков от поверхности любых диэлектрических материалов под наклонными углами, близкими к углу Брюстера, так и при нормальном (перпендикулярном к поверхности) падении и отражении света от поверхности двулучепреломляющих материалов. Улучшение поляризующих свойств достигается за счет использования многослойных конструкций отражательных поляризаторов.

Так, известен поляризатор [Заявка PCT WO 95/17691 (1995)], включающий по крайней мере один двулучепреломляющий слой с толщиной, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе оптического поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света. Такой поляризатор включает чередующиеся слои двух прозрачных (непоглощающих в диапазоне рабочих длин волн) полимерных материалов по крайней мере один из которых двулучепреломляющий.

Двулучепреломление в указанном полимерном материале образуется при вытяжке пленки, изготовленной из этого материала, в одном направлении в 2-10 раз. Другой слой полимерного материала, чередующийся послойно с двулучепреломляющим слоем, является оптически изотропным. Обыкновенный показатель преломления двулучепреломляющего слоя равен показателю преломления оптически изотропного слоя.

Принцип работы известного поляризатора заключается в следующем. Одна линейно-поляризованная компонента неполяризованного света, которой соответствует необыкновенный (большой) показатель преломления двулучепреломляющего слоя, существенно отражается от многослойного оптического поляризатора за счет различия показателей преломления на границах двулучепреломляющего и оптически изотропного полимерных слоев. При толщине слоев порядка длины волны света, световые лучи, отраженные от границ слоев, интерферируют друг с другом. При соответствующем подборе толщины слоев и их показателей преломления оптическая разность хода между волнами, отраженными от границ слоев, составляет целое число длин волн, т.е. результатом интерференции отраженных волн будет интерференционный максимум, приводящий к их взаимному усилению. В этом случае отражение линейно-поляризованной компоненты неполяризованного света, которой соответствует необыкновенный (большой) показатель преломления двулучепреломляющего слоя, значительно усиливается.

Обыкновенный (меньший) показатель преломления двулучепреломляющего слоя выбирается существенно равным показателю преломления оптически изотропного полимерного слоя, т.е. нет различия (скачков) показателей преломления на границах двулучепреломляющего и оптически изотропного полимерных слоев. Поэтому другая линейно-поляризованная компонента падающего неполяризованного света, которой соответствует обыкновенный (меньший) показатель преломления двулучепреломляющего слоя, проходит через многослойный оптический поляризатор полностью, без каких-либо отражений.

Таким образом, при падении неполяризованного света на известный поляризатор одна линейно-поляризованная компонента отражается, а другая линейно-поляризованная компонента проходит через поляризатор, т.е. происходит поляризация света как для проходящего, так и для отраженного света.

Известный поляризатор по заявке PCT-WO 95/17691 является комбинированным и содержит также дополнительно дихроичный поляризатор со слабым поглощением и дихроизмом, оптически позиционированный с отражательным оптическим

поляризатором. Роль дополнительного дихроичного поляризатора, ось пропускания которого параллельна оси пропускания отражательного оптического поляризатора, сводится к устранению отражений внешнего света при работе комбинированного поляризатора "на просвет".

Одним из недостатков известного поляризатора является сравнительно сильная спектральная зависимость его оптических характеристик, т.е. зависимость поляризующей способности и коэффициента отражения (и пропускания) от длины волны поляризуемого света. Этот недостаток обусловлен тем, что показатели преломления в используемых материалах убывают при увеличении длины волны поляризуемого света.

Другим недостатком известного поляризатора [Заявка PCT WO 95/17691] является необходимость использования большого количества чередующихся слоев, обусловленная тем, что максимальная величина двулучепреломления (разница между необыкновенным и обыкновенным показателем преломления двулучепреломляющего материала) в прозрачных полимерных материалах мала и обычно не превышает 0,1-0,2. Поэтому коэффициент отражения от границ слоев мал, и для получения высокого отражения в целом от оптического поляризатора необходимо использовать большое количество (100-600) слоев, нанесение которых представляет огромной сложности задачу и требует специального прецизионного оборудования.

Вторая причина необходимости использования большого количества слоев в поляризаторе по прототипу заключается в следующем. Для поляризации света в широком диапазоне длин волн в многослойном покрытии нужно иметь много пар чередующихся слоев или групп пар с разными толщинами с целью "настройки" каждой группы пар на "свою" длину волны из широкого спектрального интервала.

Тем не менее, даже при использовании большого количества групп пар слоев, каждая из которых настроена на свою длину волны, оптические характеристики известного поляризатора сравнительно сильно зависят от длины волны поляризуемого света.

Следует отметить, что перечисленные выше поляризаторы как дихроичного, так и интерференционного типа предполагают использование не более 50% энергии падающего света.

В то же время известны поляризаторы, которые используют более 50% энергии падающего света.

Так известен поляризатор [U.S. Patent No 3,522,985 (1970)], который выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, на которую нанесены:

- поляризующее средство, по-разному фокусирующее два множества линейно-поляризованных ортогонально друг другу пучков лучей, составляющих падающий на него неполяризованный свет,
- средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества пучков лучей одной поляризации из двух указанных составляющих падающего на поляризатор неполяризованного света, и
- средство для коллимации выходящего из поляризатора света, выполненное в виде массива цилиндрических линз.

Указанное поляризующее средство состоит из двух пар диэлектрических слоев, один из слоев указанной пары является двулучепреломляющим, а другой - оптически изотропным. При этом указанные слои соединены между собой своими соответственно формованными поверхностями и образуют при этом одномерный массив одинаковых цилиндрических микролинз.

Между указанными парами указанных диэлектрических слоев помещена сплошная полуволновая двулучепреломляющая пластинка, оптическая ось которой расположена под углом 45° к направлению геометрических осей указанных цилиндрических линз.

Указанное средство для изменения поляризации представляет собой секционированную двулучепреломляющую фазозадерживающую пластинку, полуволновую или четвертьволновую, параллельную плоскости поляризатора и имеющую оптическую ось, расположенную под углом 45° к направлению геометрических осей указанных цилиндрических линз. После указанного средства два выходящие множества пучков оказываются сфокусированными в секциях или в секциях и в промежутках между секциями указанной секционированной двулучепреломляющей фазозадерживающей пластинки, что приводит к такому преобразованию состояния поляризации по крайней мере одного множества указанных сфокусированных световых пучков одной поляризации, что все световые пучки, прошедшие сквозь указанные фазозадерживающие пластинки, приобретают одинаковые поляризации, а энергия переносимая ими оказывается практически равной энергии падающего на поляризатор неполяризованного света.

В поляризаторе по U.S. Patent No 3,522,985 двулучепреломляющие диэлектрические слои, входящие в состав указанного поляризующего средства и средства для изменения поляризации по крайней мере одного множества пучков лучей двух линейно-поляризованных составляющих падающего на поляризатор неполяризованного света, выполнены из полиэтилентерефталата или подобного ему молекулярно

ориентированного в заданном направлении полимер.

Недостатками поляризатора по U.S. Patent No 3,522,985 является невысокая эффективность поляризации выходящего света, обусловленная:

- способностью поляризовать только ту часть лучей падающего света, которая перпендикулярна плоскости поляризатора;
- использованием в качестве двулучепреломляющего материала молекулярно ориентированного полиэтилентерефталата и подобных ему материалов.

Известен также поляризатор по U.S. Patent No 5,566,367 (1996), включающий средство для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков, поляризующее средство для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящие и отраженные световые пучки, имеющие различные поляризации, средство для изменения поляризации отраженных от поляризующего средства световых пучков и отражающее средство, направляющее выходящие из поляризатора световые пучки по существенно одному и тому же направлению. В известном поляризаторе [U.S. Patent No 5,566,367] средство для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, имеющие различные поляризации, включает пару диэлектрических поверхностей, расположенных под существенно наклонными углами к оси световых пучков (под углами, близкими к углу Брюстера), а средство для изменения поляризации включает полуволновую пластинку, помещенную между названными поверхностями. В поляризаторе [U.S. Patent No 5,566,367] отражающее средство включает пару диэлектрических поверхностей, расположенных под существенно наклонными углами к оси световых пучков (под углами, бо'льшими угла полного внутреннего отражения). Известный поляризатор имеет высокий энергетический коэффициент преобразования неполяризованного света в поляризованный, т.е. в выходящий поляризованный свет превращается практически вся энергия неполяризованного света, и сравнительно плоскую конструкцию.

Основными недостатками поляризатора согласно [U.S. Patent No 5,566,367], также как и перечисленных выше разновидностей поляризаторов являются относительно низкая поляризационная эффективность, невысокая степень поляризации выходящего света, а также в некоторых случаях сложность их изготовления.

Как уже упоминалось, заявленные выше поляризаторы могут быть использованы в различных устройствах отображения информации, в частности, для изготовления жидкокристаллических индикаторных (ЖКИ) элементах.

Наиболее типичным ЖКИ элементом является устройство, выполненное в виде плоской кюветы, образуемой из двух параллельных стеклянных пластин, на внутренних поверхностях которых нанесены электроды из оптически прозрачного электропроводящего материала, например двуокиси олова. Поверхность пластин с электродами подвергают специальной обработке, которая обеспечивает заданную однородную ориентацию молекул жидкого кристалла (ЖК) у поверхности пластин и в объеме пленки ЖК. При гомогенной ориентации большие оси молекул жидкого кристалла у поверхности пластин расположены параллельно направлениям ориентации, которые обычно выбирают взаимоперпендикулярными. После сборки кюветы ее заполняют ЖК, который образует слой толщиной 5-20 мкм, являющейся активной средой и изменяющей свои оптические свойства (угол вращения плоскости поляризации) под действием электрического напряжения. Изменение оптических свойств регистрируется в скрещенных поляризаторах, которые обычно наклеиваются на внешних поверхностях кюветы [Л.К. Вистинь. ЖВХО, 1983, том XXVII, вып. 2, с.141-148].

При этом участки дисплея, на электроды которых не наложено напряжение, пропускают свет и выглядят светлыми, а участки дисплея под напряжением выглядят как темные области. Для обеспечения цветного изображения ЖК элемент содержит дополнительный специальный слой, окрашенный органическими или неорганическими красителями и выполненный в виде элементов рисунка (знакосинтезирующие и игровые индикаторы) или в виде матрицы светофильтров RGB или CMY типов (матричные экраны), которые обеспечивают соответствующую окраску света, проходящего через элемент светофильтра.

Используемые в настоящее время поляризаторы, основанные на пленках поливинилового спирта (ПВС), окрашенного парами иода или дихроичными красителями, обладают низкой механической прочностью и поэтому требуют специальных мер по защите от механических повреждений, которые усложняют и удорожают ЖК устройства. Традиционный поляризатор на основе ПВС представляет собой сложную систему, которая содержит до 10 слоев:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. защитная пленка | 6. слой адгезива |
| 2. слабый адгезив | 7. вторая несущая пленка |
| 3. первая несущая пленка | 8. адгезив |
| 4. слой адгезива | 9. силиконовый слой |
| 5. поляризующая пленка | 10. пленка подложки |

При наклеивании поляризатора удаляется силиконизированная пленка (слои 9 и 10), а при сборке ЖКИ элемента защитная пленка с клеем (слои 1 и 2) удаляется и может быть заменена защитным стеклом.

В результате после сборки ЖКИ элемент представляет собой устройство, состоящее из более чем 20 слоев. При этом необходимо отметить, что повреждение хотя бы одного из слоев поляризатора делает его непригодным для изготовления ЖКИ элемента [А.Е. Petregaux, SPIE, 1981, Vol. 307, p. 70-75].

Одним из способов защиты поляризаторов от механических повреждений является размещение их внутри кюветы. С этой целью после изготовления пластин кюветы и нанесения прозрачных электродов на пластины наносят раствор полимера, например поливинилового спирта, который может содержать иод или дихроичный краситель. Затем раствор полимера подвергают деформации сдвига, например с помощью ракеля, который продвигают вдоль поверхности пластин. При этом линейные полимерные молекулы выстраиваются вдоль движения ракеля. После удаления растворителя образующаяся ориентированная пленка ПВС, содержащая иод или дихроичный краситель, может служить одновременно и поляризатором, и ориентантом ЖК. Затем производят сборку кюветы, заполнение ее ЖК и герметизацию. Поляризатор оказывается при этом внутри ячейки и тем самым защищается от внешних механических воздействий [U.S. Patent No 3,941,901 (1976)].

Недостатками данного устройства являются:

- а) Низкая термостабильность, обусловленная использованием для изготовления поляризатора полинилового спирта или других виниловых полимеров, а для прокрашивания - иода;
- б) Использование для прокрашивания полимерной пленки иода, который растворим в ЖК, приводит к уменьшению контрастности и многократному увеличению энергопотребления, что снижает срок службы устройства.

Более термостойким и высококонтрастным является известное устройство [Заявка на патент РФ № 96107430, Б.И. № 21(1998), с. 84-85], в котором в качестве поляризаторов используют тонкую пленку молекулярно ориентированного слоя дихроичного красителя, способного к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической (ЛЖК) фазы, - поляризующее покрытие (ПП). ПП может служить одновременно и поляризатором, и матрицей для гомогенной ориентации ЖК.

Из полученных таким образом пластин стандартным образом собирают ЖК ячейку, заполняют ее необходимым жидким кристаллом и герметизируют.

Общим недостатком устройств такого типа является низкая яркость и недостаточная цветовая насыщенность получаемого изображения. Одной из причин этого является использование дихроичных поляризаторов света, поглощающих до 50-60% света видимого диапазона, и красителей, дополнительно поглощающих часть светового потока. Для достижения высокой цветовой насыщенности в этом случае требуется большая яркость источника света, что связано с увеличением энергопотребления дисплея. Увеличение энергопотребления приводит к потере преимуществ ЖК дисплеев как высокoэкономичных приборов по сравнению с альтернативными устройствами отображения информации.

Сущность изобретения.

Задачей настоящего изобретения является создание поляризаторов различных типов, обеспечивающих при относительно простой конструкции высокие поляризационные характеристики в широкой спектральной области.

Задачей настоящего изобретения является также создание на основе указанных поляризаторов жидкокристаллического индикаторного (ЖКИ) элемента с повышенной яркостью и цветовой насыщенности изображения.

Поставленная задача решается за счет использования при изготовлении поляризатора и ЖКИ элемента на его основе по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, который имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

Отличительным признаком изобретения является по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, который имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света. Подобная зависимость называется аномальной дисперсией, которая приводит к тому, что значительно увеличивается величина по крайней мере одного показателя преломления. Это в свою очередь приводит к значительному росту величины двулучепреломления, которая может намного превышать аналогичную величину для полимерных материалов по прототипу (0.2) и достигать для двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя в заявляемом поляризаторе 0.7-0.8.

По крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой согласно изобретению имеет по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света.

Использование указанного двулучепреломляющего слоя позволяет изготавливать поляризаторы различных типов, включая поляризаторы «интерференционного типа», дихроичные поляризаторы и поляризаторы, использующие более 50% энергии падающего света.

Существенным признаком заявляемого поляризатора «интерференционного типа» является по крайней мере один двулучепреломляющий слой с толщиной, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света. Толщина двулучепреломляющего слоя выбирается также в зависимости от типа материала, используемого для изготовления слоя. За счет такой большой величины двулучепреломления резко уменьшается по сравнению с известными поляризаторами необходимое количество слоев.

Кроме того, значительно уменьшается и оптимальном варианте полностью устраняется зависимость условий получения интерференционных экстремумов (максимумов и минимумов) от длины волны света, что обеспечивает высокие поляризационные характеристики поляризатора в широкой спектральной области.

Использование по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя хотя и вызывает небольшие потери света в поляризаторе «интерференционного типа», однако эти потери малы, особенно в слоях толщиной менее 0,1 мкм, и достигаемый технический результат - обеспечение высоких поляризационных характеристик в широкой спектральной области при использовании количества слоев не более 10 - компенсирует эти потери.

Здесь и далее под понятием свет и оптический (поляризатор) имеется в виду электромагнитное излучение видимого, ближнего ультрафиолетового и ближнего инфракрасного диапазонов длин волн, т.е. диапазона от 250-300 нанометров до 1.000-2.000 нанометров (от 0,25-0,3 до 1-2 микрометров).

Здесь и далее говорится про плоский слой исключительно для простоты понимания. Без потери общности мы имеем в виду также поляризатор, имеющий слои различной формы: цилиндрические, сферические и других более сложных форм. Кроме того, предлагаемый поляризатор «интерференционного типа» может быть выполнен как конструкционно единым и изолированным, так и нанесенным на различные подложки или между подложками.

Двулучепреломляющими называют слои, имеющие по крайней мере два различных показателя преломления: необыкновенный n_o для одной линейно-поляризованной компоненты света и обыкновенный n_o для другой ортогональной линейно-

поляризованной компоненты света. Величина $\Delta n = n_e - n_o$ называется анизотропией показателя преломления или, проще, оптической анизотропией. Здесь и далее полагается, что оптические оси, которым соответствуют необыкновенный и обыкновенный показатели преломления ортогональны и расположены в плоскости слоя. Оптическая ось, которой соответствует необыкновенный показатель преломления n_e , выделена тем или иным способом. Например, этой осью может быть направление вытяжки слоя полимерного материала или директор в ориентированном нематическом жидком кристалле. Такой двулучепреломляющий слой в смысле кристаллооптики соответствует оптически одноосной пластинке, вырезанной параллельно главной оси. Здесь и далее рассматриваются для примера оптически положительные двулучепреломляющие слои, в которых $n_e > n_o$. Без потери общности все выводы относятся также к оптически отрицательным двулучепреломляющим слоям, в которых $n_e < n_o$.

В более общем случае, например для оптически двуосных слоев, существуют три различных показателя преломления $n_x = n_e$, $n_y = n_o$, n_z . Показатель преломления n_x соответствует направлению колебаний в световой волне, параллельному плоскости слоя и направленному вдоль выделенного тем или иным способом направления X в плоскости слоя, n_y - направлению Y колебаний в световой волне, также параллельному плоскости слоя, но перпендикулярному направлению X , n_z - направлению Z колебаний в световой волне, перпендикулярному плоскости слоя. В зависимости от способа изготовления двулучепреломляющих слоев и типа используемых материалов соотношение величин показателей преломления n_x , n_y , n_z может быть различным.

По крайней мере, один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой в предлагаемом поляризаторе может иметь один, два или все три показателя преломления, возрастающие при увеличении длины волны поляризуемого света.

Наиболее предпочтительно использовать поляризатор «интерференционного типа» по изобретению, в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света. Например, если в формуле $2dn_e = m\lambda$, где d - толщина двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, m - порядок интерференции), соответствующей условию интерференционного максимума, необыкновенный показатель преломления n_e будет прямо пропорционален длине волны света, т.е. $n_e = A\lambda$ (где A - коэффициент пропорциональности), то длина волны «сокращается», а это означает, что условие, в данном случае интерференционного максимума, выполняется для всех длин волн и, более того, для всех порядков

интерференции, т.е. для всех значений m . Сверх того, при другой толщине слоя этого же материала можно аналогично получить независимость от длины волны света условия интерференционного минимума. Прямая пропорциональность показателя преломления длине волны света является более строгим требованием (условием), чем простое возрастание показателя преломления при увеличении длины волны света.

Предпочтительным по изобретению является поляризатор «интерференционного типа», в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет максимальную величину по крайней мере одного показателя преломления не менее 1,9. При этом необходимое число слоев не превышает 10, а спектральная область с высокими поляризационными характеристиками расширяется более, чем в три раза по сравнению с прототипом.

Эксперименты и оценки показали также, что предпочтительным является поляризатор, в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет максимальный показатель поглощения не менее 0,1 в диапазоне рабочих длин волн.

Оптимальным является поляризатор «интерференционного типа», в котором толщины двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев выбираются из условия получения на выходе поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и, одновременно, интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.

Действительно, особенностью двулучепреломляющих слоев является сам факт существования по крайней мере двух различных по значению показателей преломления, например, n_x и n_y , соответствующих осям X и Y , расположенным в плоскости слоя. Благодаря этому факту, можно выбрать толщину слоя и порядок интерференции (число m) так, чтобы на выходе поляризатора получался интерференционный минимум для одной линейно-поляризованной компоненты и, одновременно, интерференционный максимум для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света. Интерференционный минимум может соответствовать обыкновенному показателю преломления, при этом интерференционный максимум обусловлен, соответственно, необыкновенным показателем преломления. Возможна также обратная ситуация, когда интерференционный минимум соответствует необыкновенному показателю преломления, при этом интерференционный максимум обусловлен, соответственно, обыкновенным показателем преломления.

Предпочтителен также поляризатор «интерференционного типа», который содержит по крайней мере два слоя по крайней мере один из которых двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, а другой слой оптически изотропный, показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя. Разница между другим показателем преломления двулучепреломляющего слоя и показателем преломления оптически изотропного слоя превышает 0.2 и достигает 0.7-0.8.

В этом варианте одна линейно-поляризованная компонента падающего неполяризованного света, которой соответствует необыкновенный (большой) показатель преломления двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, существенно отражается от многослойного поляризатора за счет различия показателей преломления на границах слоев. При соответствующем подборе толщин слоев и их показателей преломления оптическая разность хода между волнами, отраженными от границ одного и того же двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, составляет целое число длин волн, т.е. результатом их интерференции будет интерференционный максимум, приводящий к взаимному усилению отраженных волн. При этом оптические толщины слоев оптически изотропного материала могут быть как значительно больше — длины волны, так и порядка длины волны. В результате отражение линейно-поляризованной компоненты неполяризованного света, которой соответствует необыкновенный (большой) показатель преломления двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев значительно усиливается.

Обыкновенный (меньший) показатель преломления двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев совпадает или максимально близок показателю преломления оптически изотропного слоя, т.е. нет различия (скачков) показателей преломления на границах слоев. Поэтому другая линейно-поляризованная компонента падающего неполяризованного света, которой соответствует обыкновенный (меньший) показатель преломления двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, проходит через многослойный поляризатор полностью, без каких-либо отражений.

Другим вариантом по изобретению служит поляризатор «интерференционного типа», который содержит по крайней мере два различных двулучепреломляющих слоя по крайней мере один из которых двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, один показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя, а вторые показатели преломления двулуче-

преломляющего слоя и двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя отличаются между собой, причем разница между вторыми показателями превышает 0.2.

Большое влияние на результат интерференции оказывает соотношение интенсивностей, а значит и амплитуд электрических полей интерферирующих лучей. Известно, что минимальное значение интенсивности в интерференционном минимуме (теоретически равное нулю) может быть получено в случае их равенства. Поэтому целесообразно обеспечить максимально достижимое выравнивание амплитуд интерферирующих лучей для условиях интерференционного минимума, что обеспечивает максимальное "гашение" лучей соответствующей компоненты неполяризованного света. Для получения оптимального результата интерференции для условий интерференционного максимума необходимо увеличивать коэффициенты отражения от каждой границы слоев.

Выбор методов изготовления поляризатора по изобретению зависит от вида материалов, используемых для двулучепреломляющих анизотропно поглощающих и других слоев, и не влияет на суть изобретения.

Отличительным признаком изобретения является то, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой может быть сформирован:

- из по крайней мере одной органической соли дихроичного анионного красителя общей формулы (II):

{Хромоген}-(XO⁻M⁺)_n, где Хромоген - хромофорная система красителя; X = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺); M = RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R^N; RR'R''R^P при: R, R', R'', R^N = CH₃, ClC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, замещенный фенил или гетероарил; YH-(CH₂-CH₂Y)_m-CH₂CH₂, Y = O или NH, m=0-5; N-алкилпиридиний катион, N-алкилхинолиний катион, N-алкилимидазолиний катион, N-алкилтиазолиний катион и т.п.; n = 1-7;

- или из по крайней мере одной несимметричной смешанной соли дихроичного анионного красителя с разными катионами общей формулы (III):

(M₁⁺O⁻X'⁻)_m [M₁⁺O⁻X'⁻-(CH₂)_p-Z]_g {Хромоген} [-Z-(CH₂)_p-XO⁻M⁺]_f (-XO⁻M⁺)_n, где:

Хромоген - хромофорная система красителя; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂; p = 1 - 10; f = 0-9; g = 0-9; n = 0-9, m = 0-9, n + f = 1-10; m + g = 1-10; X, X' = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺); M ≠ M₁, M, M₁ = H; неорганический катион типа NH₄, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co и т.п.; органический катион типа RNH₃, RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R^N; RR'R''R^P где R, R', R'', R^N = алкил или замещенный алкил, типа CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, замещенный фенил или гетероарил, YH-(CH₂-

$\text{CH}_2\text{Y})_k\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{-}$, $\text{Y} = \text{O}$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного анионного красителя с поверхностно-активным катионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы (IV):

$(\text{M}^+\text{O}^-\text{X}')_m [\text{M}^+\text{O}^-\text{X}'\text{-(CH}_2)_p\text{-Z}]_g \{\text{Хромоген}\} [-\text{Z-(CH}_2)_p\text{-XO}^-\text{ПАВ}]_f (\text{XO}^-\text{ПАВ})_n$, где:

Хромоген - хромофорная система красителя; $\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}$, SO_2 , CONH , CO , O , S , NH , CH_2 ; $p = 1 - 10$; $f = 0-4$; $g = 0-9$; $n = 0-4$, $m = 0-9$, $n + f = 1-4$; $m + g = 0-9$; $\text{X}, \text{X}' = \text{CO}$, SO_2 , OSO_2 , $\text{PO}(\text{O}^-\text{M}^+)$; $\text{M} = \text{H}$; неорганический катион типа NH_4 , Li , Na , K , Cs , Mg , Ca , Ba , Fe , Ni , Co и т.п.; органический катион типа RNH_3 , $\text{RR}'\text{NH}_2$; $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{P}$ где R , R' , R'' , $\text{R}^* =$ алкил или замещенный алкил, типа CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{C}_{10}\text{H}_{21}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, замещенный фенил или гетероарил, $\text{YH-(CH}_2\text{-CH}_2\text{Y})_k\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{-}$, $\text{Y} = \text{O}$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; $\text{K}^+\text{ПАВ}$; $\text{ПАВ} = \text{КПАВ}^+$, $\text{K}^+\text{ПАВ}^+$, АмПАВ , где: КПАВ^+ и $\text{K}^+\text{ПАВ}^+$ - поверхностно-активные катионы, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного катионного красителя с поверхностно-активным анионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы (V):

$(\text{M}^+\text{O}^-\text{X}')_m [\text{M}^+\text{O}^-\text{X}'\text{-(CH}_2)_p\text{-Z}]_g \{\text{Хромоген}^+\} \text{ПАВ}$ где: **Хромоген** - хромофорная система красителя; $\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}$, SO_2 , CONH , CO , O , S , NH , CH_2 ; $p = 1 - 10$; $g = 0 - 1$; $m = 0 - 1$; $m + g = 1$; $\text{X} = \text{CO}$, SO_2 , OSO_2 , $\text{PO}(\text{O}^-\text{M}^+)$; $\text{M} = \text{H}$; неорганический катион типа NH_4 , Li , Na , K , Cs , Mg , Ca , Ba , Fe , Ni , Co и т.п.; органический катион типа RNH_3 , $\text{RR}'\text{NH}_2$; $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{P}$ где R , R' , R'' , $\text{R}^* =$ алкил или замещенный алкил, типа CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{C}_{10}\text{H}_{21}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, замещенный фенил или гетероарил, $\text{YH-(CH}_2\text{-CH}_2\text{Y})_k\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{-}$, $\text{Y} = \text{O}$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; КПАВ^+ (поверхностно активный катион); $\text{ПАВ} = \text{АПАВ}^-$, АмПАВ , где: АПАВ^- - поверхностно-активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного катионного красителя с поверхностно-активным анионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы (VI):

$\{\text{Хромоген}\}\text{-}[\text{Z-(CH}_2)_p\text{-X}^+ \text{RR}'\text{R}'' \text{ПАВ}]_n$ где: **Хромоген** - хромофорная система красителя; $\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}$, SO_2 , CONH , CO , O , S , NH , CH_2 ; $p = 1-10$; $\text{X} = \text{N}$, P ; R , R' , $\text{R}'' =$

алкил или замещенный алкил, типа CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 ; ПАВ = АПАВ⁻, АмПАВ, где: АПАВ⁻ - поверхностно активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество; $n = 1-4$;

- или из по крайней мере одного нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащих ионногенные или гидрофильные группы;
- или из по крайней мере одного низкомолекулярного термотропного жидкокристаллического вещества, представляющего собой дихроичный краситель или содержащий в качестве компоненты жидкокристаллический и/или нежидкокристаллический дихроичный краситель, застеклованного тем или иным способом, например, последующим после нанесения слоя отверждением ультрафиолетовым излучением;
- или из по крайней мере одного нежидкокристаллического полимерного материала с регулируемой степенью гидрофильности, окрашенного дихроичным красителем и/или соединениями иода;
- или из по крайней мере одного полимерного термотропного жидкокристаллического и/или нежидкокристаллического вещества, содержащего растворенные в массе и/или химически связанные с полимерной цепью дихроичные красители, и имеет толщину менее 0,2 мкм;
- или из по крайней мере одного дихроичного красителя, способного к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы, и имеет толщину менее 0.1 мкм;
- или из по крайней мере одного дихроичного красителя полимерного строения и имеет толщину менее 0.1 мкм;
- или из по крайней мере одного водорастворимого органического красителя, способного к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы, общей формулы: {Хромоген} $(\text{SO}_3\text{M})_n$, где: Хромоген - хромофорная система красителя; М - H^+ , неорганический катион; и имеет толщину менее 0.1 мкм;
- или из их смесей.

По крайней мере, один дихроичный анионный краситель общей формулы (II – IV) может быть выбран из разряда:

- красителей, способных к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы, например, сульфокислот производных индантрона, сульфокислот производных симметричных дифенилдиимидов и дибензимидазолов нафталин-1,4,5,8-, перилена и антантрон-3,4,9,10-тетракарбоновых кислот, прямой желтый светопрочный О [4] и т.п.;

- прямых красителей, например, бензопурпурин 4Б (С.И. 448), С.И. прямой оранжевый 26, С.И. прямой красный 48 или 51, С.И. прямой фиолетовый 88, С.И. прямой синий 19 и др.;
- активных красителей (триазиновые, винилсульфоновые или Проионы Т), например, С.И. активный красный 1, С.И. активный желтый 1, С.И. активный синий 4 и др.;
- кислотных красителей, например, различные производные бромаминовой кислоты, кислотный ярко-красный антрахиноновый Н8С, яркo-синий антрахиноновый (С.И. 61585), кислотный зеленый антрахиноновый Н2С (С.И. 61580), кислотный ярко-зеленый антрахиноновый Н4Ж, С.И. кислотный красный 138, С.И. кислотный желтый 135, С.И. кислотный красный 87, С.И. кислотный черный 1 и др.;
- из ряда сульфокислот полициклических красителей, например, несимметричных фенилимидов и бензимидазолов нафталин-1,4,5,8-, перилён- и антантрон-3,4,9,10-тетракарбоновых кислот, дисульфокислоты производных индиго, тиоиндиго или хиinakридона [Заявка на патент РФ 95117403, БИ №26 (1997), с. 239] и другие сульфокислоты на основе кубовых красителей и пигментов.

По крайней мере, один дихроичный катионный краситель общей формулы (V – VI) может быть выбран из разряда:

- люминесцентных красителей; полиметиновых (цианиновых, гемицианиновых и т.п.) красителей; арилкабониевых красителей; гетероциклических производных ди- и триарилфенилметанов, тиопираниновых, пирониновых, акридиновых, оксазиновых, тиазиновых, ксантеновых, азиновых и т.п. красителей.

По крайней мере, один дихроичный краситель и/или пигмент, не содержащих ионногенные или гидрофильные группы, может быть выбран из разряда:

- кубовых красителей; дисперсных красителей; антрахиноновых красителей; индигоидных красителей; азосоединений; периноновых красителей; полициклических соединений; гетероциклических производных антрона; металлокомплексных соединений; ароматических гетероциклических соединений; люминесцентных красителей.

Для обеспечения необходимых физико-механических, адгезионных, выравнивающих, пленкообразующих и др. свойств по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой поляризатора помимо перечисленных выше красителей может дополнительно содержать модификатор, в качестве которого могут быть гидрофильные или гидрофобные полимеры различного типа, включая жидкокристаллические, кремнийорганические; пластификаторы и лаки, включая кремнийорганические, а также неионногенные поверхностно-активные вещества.

Введение модификатора позволяет также уменьшить рассеяние света, которое возможно из-за наличия микродефектов в двулучепреломляющем анизотропно поглощающем слое.

Перечисленными выше вариантами не ограничиваются возможности использования других материалов для формирования анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев для предлагаемого поляризатора.

Двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой в предлагаемом поляризаторе может быть как твердым, так и жидким.

Необходимо также отметить, что перечисленные выше материалы могут быть использованы для формирования двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя при изготовлении не только поляризатора «интерференционного типа», но и заявляемых ниже и основанных на других физических явлениях поляризаторов и ЖКИ элементов на их основе.

Для изготовления заявляемого поляризатора могут быть использованы водные, водно-органические и органические растворы соответствующих красителей (II-VI), которые могут быть приготовлены либо постепенным увеличением концентрации разбавленных растворов (например, с помощью испарения или мембранной ультрафильтрации), либо путем растворения сухих красителей в соответствующем растворителе (вода, смесь воды со спиртами, биполярными апротонными растворителями типа ДМФА или ДМСО, целлозольвами, этилацетатом и другими смешивающимися с водой растворителями) до необходимой концентрации.

В зависимости от способа формирования слоя используют растворы красителей с концентрацией 1-30%.

При использовании способа по методу [U.S. Patent No 2,544,659 (1951)] на предварительно натертую в требуемом направлении поверхность подложки целесообразно наносить более разбавленные растворы, тогда как при формировании слоя без предварительного натирания подложки с помощью механического ориентирования по методу [Заявка PCT WO 94/28073 (1994)] используют более концентрированные растворы красителей, в том числе образующие стабильную лиотропную жидкокристаллическую фазу.

Механическое упорядочение стабильных ЛЖК композиций на основе красителей (II-VI) может быть осуществлено под действием сил, вызывающих деформацию натяжения на мениске, образующемся при расклинивающем отрыве одной поверхности от другой, между которыми распределен слой ЛЖК, или при наложении сдвигового усилия что может быть осуществлено одновременно с нанесением ЛЖК на поверхность подложки.

Ориентирование ЛДЖК на поверхности подложки под действием сдвигового усилия может осуществляться при нанесении ЛДЖК с помощью фильеры или ракеля, последний может быть ножевого или цилиндрического типа.

Растворы красителей (II-VI) дополнительно могут содержать помимо смешивающихся с водой органических растворителей неионогенные поверхностно-активные вещества, связующие и пленкообразующие реагенты, в качестве которых могут быть использованы поливиниловый спирт, поливинилпирролидон, полиакриловая кислота и ее эфиры, полиакриламид, полиэтиленоксид и полиэтиленгликоли, полипропиленгликоль и их сополимеры, этиловый и оксипропиловый эфиры целлюлозы, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы и т.п. Кроме того, для повышения устойчивости растворы красителей, могут содержать гидротропные добавки из ряда амидов, например диметилформамид, алкиламиды фосфорной кислоты, мочевины и ее N-замещенные производные, N-алкилпирролидон, дициандиамида, а также их смеси и смеси амидов с гликолями.

Красители (II-VI) могут быть также использованы для формирования двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев и в сочетании с неорганическими солями дихроичных анионных красителей общей формулы (I).

Для получения растворов красителей (II-VI) могут быть использованы несколько методов.

Один из способов заключается в последовательной ступенчатой нейтрализации разбавленных растворов соответствующих карбоновых, фосфоновых или сульфокислот дихроичных анионных красителей с помощью различных оснований, в качестве которых могут быть использованы гидроокиси металлов, алифатические или гетероциклические аминов или гидроокисей тетразамещенных катионов аммония. Используемые кислоты красителей предварительно очищают от минеральных солей, например промывают с помощью соляной кислоты с последующей сушкой при 100°C.

Другой метод получения заключается в нагревании растворов аммонийных солей дихроичных анионных красителей с рассчитанным количеством соответствующего основания при температуре выше 60°C, при которой выделяющийся аммиак улетает и образуется соответствующая смешанная соль, в которой в качестве одного из катионов будет аммонийный. Могут быть также использованы обычные реакции обмена катионов с использованием ионнообменных смол или мембранной технологии.

Третий более универсальный способ, пригодный для получения несимметричных солей дихроичных красителей, содержащих органические катионы, заключается в обмене различных ионов с использованием методов мембранной технологии, которые

позволяют также осуществлять одновременно и очистку растворов дихроичных красителей.

Для получения ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионогенные группы, или их смесей с по крайней мере одним моле поверхностно-активных ионов или их смесей могут быть использованы несколько методов.

Один из способов заключается в нейтрализации разбавленных растворов соответствующих кислотных форм дихроичных анионных красителей с помощью алифатических или гетероциклических аминов или гидроокисей тетразамещенных катионов аммония, содержащих в качестве одного из заместителей углеводородный радикал с 8-18 углеродных атомов. Используемые кислоты красителей предварительно очищают от минеральных солей, например промывают с помощью соляной кислоты с последующей сушкой при 100°C.

Другой метод получения заключается в нагревании растворов аммонийных солей дихроичных анионных красителей с соответствующими поверхностно-активными основаниями при температуре выше 60°C, при которой выделяющийся аммиак улетает и образуется соответствующий ассоциат. Могут быть также использованы обычные реакции обмена катионов с использованием ионнообменных смол или мембранной технологии.

Третий способ, пригодный для получения ассоциатов любых дихроичных красителей, содержащих ионогенные группы, или их смесей с по крайней мере одним моле поверхностно-активных ионов или их смесей, заключается в обмене разных ионов на поверхностно-активные ионы. Обмен может быть осуществлен с использованием методов мембранной технологии, которые позволяют также осуществлять одновременно и очистку растворов ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионогенные группы, или их смесей с по крайней мере одним моле поверхностно-активных ионов или их смесей от посторонних неорганических и органических примесей. Введение в раствор в процессе мембранной очистки различного типа комплексонов, например трилона Б или «краун-эфиров», позволяет избавиться от многовалентных катионов (Ca, Cu, Al и др.), которые также могут причиной образования микрочастиц и осадка.

Для формирования поляризующего покрытия из нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащих ионногенных или гидрофильных групп, или их смесей, которые, как правило, плохо растворимы и в большинстве органических растворителей могут быть использованы различные методы.

Так, формирование поляризующих покрытий на основе кубовых красителей, антрахиноновых производных, периноновых и полициклохиноновых соединений может быть осуществлено следующими способами:

- Нанесение на поверхность подложки с одновременным ориентирующим воздействием растворов неорганических и органических сернокислых эфиров восстановленных форм указанных красителей (типа кубозолей), которые могут находиться в лиотропном жидкокристаллическом состоянии. Сформированный таким образом ориентированный слой сернокислых эфиров подвергают далее окислительному гидролизу. При этом на поверхности образуется ориентированный слой уже нерастворимого в воде красителя.
- Нанесение на поверхность подложки с одновременным ориентирующим воздействием восстановленных форм указанных красителей (типа лейко-соединений) в виде растворов различных солей (неорганических и органических), которые также могут находиться в лиотропном жидкокристаллическом состоянии. Сформированный таким образом слой далее подвергается химическому или электрохимическому окислению с образованием ориентированного слоя уже нерастворимого в воде красителя.
- Для получения поляризующего покрытия на основе нерастворимых в воде симметричных и несимметричных производных дифенилдинимидов и дибензимидазолов 3,4,9,10-перилентетракарбоновой кислоты (ПТКК), могут быть использованы соответствующие производные 1,1'-бинафтил-4,4',5,5',8,8'-гексакарбоновой кислоты (БГКК) в виде растворов неорганических и органических солей, которые также могут находиться в лиотропном жидкокристаллическом состоянии. При дальнейшей химической и электрохимической восстановительной обработке или УФ облучении производные БГКК циклизуются с образованием ориентированного слоя производных ПТКК.
- Следующий способ, пригодный также и для формирования поляризующих покрытий на основе пигментов, заключается в нанесении на поверхность подложки с одновременным ориентирующим воздействием лиотропных жидкокристаллических растворов дихроичных красителей и/или пигментов в серной кислоте или олеуме различной концентрации. Образование нерастворимого в воде ориентированного слоя происходит при последующем осторожном разбавлении кислоты водой, которое может происходить при создании над слоем 100% влажности.

Формирование двулучепреломляющего слоя на поверхности подложки под действием сдвигового усилия может осуществляться при нанесении растворов с помощью фильеры или ракеля, последний может быть ножевого или цилиндрического типа.

При формировании двулучепреломляющего слоя в качестве дополнительного ориентирующего воздействия могут быть использованы магнитные, электромагнитные и электростатические поля, которые могут применяться в случаях, когда время нанесения не ограничено или для изготовления поляризующего покрытия используются разбавленные растворы.

Для получения двулучепреломляющего слоя на основе металлокомплексных красителей может быть использована металлизация красителей непосредственно на поверхности подложки. С этой целью на подложку предварительно наносят (например, направленным напылением) ориентированный слой окислов металлов, после чего поверхность обрабатывается раствором соответствующего красителя. При этом могут быть получены ультратонкие ориентированные слои нерастворимых в воде металлокомплексных красителей, особенно пригодные для изготовления интерференционной разновидности заявляемого поляризатора.

Более универсальный способ получения двулучепреломляющего слоя на основе нерастворимых в воде дихроичных красителей и/или пигментов заключается в приготовлении специальных выпускных форм, которые получают диспергированием указанных красителей до получения анизометричных частиц размером не более 0.5 мкм и соотношением длины к диаметру частиц не менее 20. Для стабилизации таким выпускных форм используются различные поверхностно-активные вещества. На основе полученных выпускных форм готовятся высококонцентрированные (содержание дихроичного красителя и/или пигмента или их смесей не менее 10%) системы в различных растворителях, включая воду, в мономерах или расплавах полимеров. При этом полученные системы могут находиться и жидкокристаллическом состоянии. При нанесении таких высококонцентрированных систем на поверхность подложки при одновременном ориентирующем воздействии с последующей соответствующей обработкой образуется двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой. В случае удаления растворителя (испарением или разбавлением с последующей промывкой) образуется поляризующее покрытие состоящее в основном из дихроичного красителя и/или пигмента. В случае применения мономера или расплавленного полимера образуется поляризующие покрытия с большей толщиной (до 5 мкм).

Выбор способа нанесения определяется также и типом подложки, в качестве которой может быть твердая плоская, сферическая или цилиндрическая, прозрачная или отражающая поверхность органического или неорганического стекла, силикатного

стекла с напыленным полупроводниковым слоем, пластины кремния с напыленным слоем алюминия.

Для формирования двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев, могут быть применены следующие стандартные способы: нанесение валиком, ракельным ножом, ракелем в форме невращающегося цилиндра, нанесение с помощью щелевой фильеры и другие. Для этого может быть использовано типовое оборудование для нанесения различных покрытий, например установки лакокрасочной промышленности, а также полиграфическое оборудование различных типов, включая установки для флексопечати.

В ряде случаев после нанесения слой подвергается сушке с целью удаления растворителей. В других случаях, например для термопластичных полимерных материалов и стеклующихся материалов, нанесенный слой охлаждается после нанесения.

Другими методами, которые можно использовать для получения двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев из материалов, образующих в процессе нанесения жидкокристаллической фазу, является нанесение этого материала по U.S. Patent No 2,524,286 на подложку, изначально подготовленную для ориентации жидкокристаллической фазы. Одним из таких методов служит однонаправленное натирание подложки или предварительно нанесенного на нее тонкого полимерного слоя, известное и применяемое для ориентации термотропных низкомолекулярных жидкокристаллических смесей при изготовлении ЖК-дисплеев.

Еще один метод получения двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев - это известный метод фотоориентации предварительно нанесенного тем или иным способом слоя с помощью облучения его линейно поляризованным ультрафиолетовым светом.

Для нанесения двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев из термотропных полимерных материалов могут быть применены экструдеры, в том числе имеющие несколько плоских фильер и позволяющие наносить за один проход сразу несколько слоев разных полимерных материалов требуемой толщины.

Перечисленные выше материалы, способы их приготовления и методы формирования на их основе двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев могут быть также использованы при изготовлении поляризаторов других типов и ЖКИ элементов, приведенных ниже в предлагаемом изобретении.

Предлагаемый поляризатор интерференционного типа может быть выполнен как комбинированным, т.е. работающим как "на отражение", так и "на пропускание", так и для работы только "на отражение". В этих случаях вариантом выполнения является

поляризатор, который содержит по крайней мере одно светоотражающий слой. Светоотражающий слой может быть металлическим. Нанесение светоотражающего слоя позволяет также выбирать оптимальные для интерференции коэффициенты отражения от границ поляризатора.

При изготовлении поляризатора на подложку первым со стороны подложки может быть нанесен как светоотражающий слой (зеркало полностью или частично отражающее), так и двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой.

Отражающий слой может быть выполнен как из металла, так и в виде многослойных диэлектрических зеркал из чередующихся слоев материалов с высоким и низким показателями преломления.

Металлические покрытия достаточно просто наносятся, например термическим испарением в вакууме, но при этом в них имеет место поглощение света, что уменьшает пропускание (отражение) поляризатора. Для получения отражающих металлических покрытий могут использоваться алюминий (Al), серебро (Ag) и другие металлы.

В случае многослойных диэлектрических зеркал поглощение света в них отсутствует, но процесс их нанесения довольно сложен и трудоемок. Для этих покрытий могут использоваться TiO_2 , MgO , ZnS , ZnSe , ZrO_2 , криолит и полимеры в качестве материалов с высоким показателем преломления, а в качестве материалов с низким показателем преломления - SiO_2 , Al_2O_3 , CaF_2 , BaF_2 , MgF_2 , AlN , BN или полимеры.

Для нанесения отражающего слоя на подложку или на поляризатор могут быть применены следующие стандартные способы, например, термическое испарение в вакууме, нанесение в парах с последующей термической обработкой, магнетронное распыление.

В качестве материала подложки, на которую может быть нанесен поляризатор, работающий на "просвет" и, возможно, дополнительно на "отражение", могут быть использованы любые материалы, прозрачные в диапазоне рабочих длин волн, например, кварц, стекло, полимеры и другие.

В качестве материала подложки, на которую может быть нанесен поляризатор, работающий только на "отражение" наряду с материалами, прозрачными в диапазоне рабочих длин волн, например, кварц, стекло, полимеры и могут быть использованы также любые другие материалы, непрозрачные в диапазоне рабочих длин волн, например, металлы, полупроводниковые материалы, ситаллы, пластмассы и другие.

Использование указанного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя с произвольной толщиной, то есть при которой не реализуется интерференционный

экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света, позволяет создать также поляризатор дихроичного типа.

Двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой представляет собой ориентированный в определенном направлении молекулярно упорядоченный слой красителя, в котором плоскости молекул и лежащие в них дипольные моменты однородно ориентированы относительно направления, которое задается либо поверхностной анизотропией, либо направлением механической ориентации.

Принцип действия указанного поляризатора основан на том, что неполяризованный свет при прохождении через указанный слой частично поглощается хромофорной системой красителя. При этом проходит только та часть световых волн, в которых направление колебаний электрической составляющей электромагнитного поля перпендикулярно дипольному моменту оптического перехода (фиг.4).

Необходимо при этом отметить, что в зависимости от используемого красителя заявляемый поляризатор способен обеспечивать поляризацию не только в видимой части спектра, но и в УФ области, а также ближней ИК области. В случае использования дихроичных красителей с поглощением только в УФ области, двулучепреломляющий слой может быть использован в качестве фазозадерживающих слоев.

Существенным отличием поляризатора дихроичного типа по изобретению является то, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, сформированный из красителей (II – VI) и/или из нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащих ионногенные или гидрофильные группы.

Использование указанных красителей позволяет:

- улучшить поляризационные характеристики и создать высокоэффективный бездефектный поляризатор, который в отличие от известного поляризатора по заявке РСТ WO 94/28073 (1994) обладает наряду с низкой электропроводностью контролируемой способностью к ориентации ЖК;
- создать поляризатор, обладающий наряду с хорошими диэлектрическими свойствами высокой устойчивостью к действию влаги;
- расширить ассортимент красителей, пригодных для изготовления высокоэффективных поляризаторов.

В отличие от красителей, используемых для изготовления известного поляризатора по заявке РСТ WO 94/28073 (1994), применение указанных красителей (II – VI) позволяет регулировать гидрофобно-гидрофильный баланс в молекуле дихроичного красителя, что имеет большое значение для образования лиотропной жидкокристаллической (ЛЖК)

фазы. Так, создание определенного гидрофобно-гидрофильного баланса является одним из условий образования из таких молекул красителя надмолекулярных агрегатов, при достижении определенной концентрации которых раствор переходит в упорядоченное жидкокристаллическое состояние. При нанесении раствора в ЛЖК состоянии на поверхность подложки при одновременном ориентирующем воздействии может быть сформирован двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, в котором плоскости хромофорных систем молекул дихроичного красителя и лежащие в них дипольные моменты оптического перехода однородно ориентированы относительно направления, которое может задаваться либо поверхностной анизотропией, либо направлением механической ориентации, либо воздействием магнитных или электромагнитных полей.

Особенно сильное влияние на гидрофильно-гидрофобный баланс наблюдается при использовании в качестве по крайней мере одного из ионов органического иона (красителя II-VI). За счет этого удастся получать стабильные лиотропные жидкокристаллические фазы и для растворов красителей, которые в виде неорганических, симметричных солей или кислот не способны к образованию ЛЖК фазы.

Например, в результате конденсации красителей с ПАВ образуются ассоциаты, обладающие свойствами ПАВ, отличительной способностью которых является склонность к агрегации с образованием мицелл (агрегатов), в том числе анизометрической формы.

В зависимости от количества ионогенных групп, от мольного соотношения и вида поверхностно-активного иона молекула дихроичного красителя может выступать как в роли гидрофильной (полярной) составляющей, так выполнять функцию гидрофобной части ПАВ. Например, при наличии двух ионогенных групп в молекуле дихроичного красителя при конденсации его с одним моле поверхностно-активного иона образуется поверхностно-активный ассоциат, в котором гидрофильная часть непосредственно связана с молекулой красителя. При конденсации дихроичного красителя с одной ионогенной группой с одним моле амфотерного ПАВ будет получен ассоциат, в котором молекула красителя будет находиться в гидрофобной части. Ниже будут приведены различные комбинации разных типов красителей с различными типами поверхностно-активных ионов и веществ. В результате такой конденсации образуются ассоциаты, обладающие свойствами ПАВ, отличительной способностью которых является склонность к агрегации с образованием мицелл (агрегатов), в том числе

анизометрической формы. Молекулы дихроичного красителя могут быть расположены при этом как на периферии, так и внутри агрегатов или мицелл.

В случае внутреннего расположения молекул красителя на поверхности двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя будут находиться углеводородные радикалы ПАВ, которые являются хорошим ориентантом для жидкого кристалла. Варьированием структуры радикала можно менять ориентирующую способность ПП, что имеет большое значение при изготовлении ЖКИ различных типов.

Наличие малоподвижных органических ионов в поляризующих покрытиях заявляемого оптического поляризатора приводит к низкой электропроводности, что в свою очередь снижает энергопотребление и тем самым увеличивает срок службы жидкокристаллических устройств.

Поверхностно-активные свойства обеспечивает также хорошую смачиваемость и адгезию ЛЖК композиций, при нанесении которых на поверхности подложки после высыхания получают бездефектные однородные ПП, разнотолщинность которых не превышает 5%.

Применение ассоциатов дихроичных красителей (IV-VI), содержащих ионогенные группы, или их смесей с по крайней мере одним молекул поверхностно-активных ионов или их смесей позволяет регулировать гидрофобно-гидрофильный баланс с молекуле дихроичного красителя, что имеет большое значение для образования лиотропной жидкокристаллической фазы. Так, создание определенного гидрофобно-гидрофильного баланса является одним из условий образования из таких молекул красителя надмолекулярных агрегатов, при достижении определенной концентрации которых раствор переходит в упорядоченное жидкокристаллическое состояние.

Особенностью ассоциатов на основе дихроичных красителей с поверхностно-активными ионами является способность увеличивать за счет явления солубилизации растворимость в воде и водно-органических средах нерастворимых в воде красителей, что позволяет получать поляризатор, в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой дополнительно содержит солубилизованный дихроичный краситель. В зависимости от структуры дипольный момент оптического перехода солубилизованного красителя может либо совпадать с дипольным моментом оптического перехода ассоциированного красителя, либо находиться под определенным углом к нему. Это зависит как от структуры поверхностно-активного иона, так и от мольного соотношения краситель:ПАВ в ассоциате.

Помимо воздействия на гидрофильно-гидрофобный баланс природа органического иона и, в частности, поверхностно-активного вещества оказывает сильное влияние на растворимость ассоциатов в различных растворителях, что, в свою очередь, влияет и на размер агрегатов, и на процесс образования ЛЖК фазы.

Таким образом, варьирование двух факторов - гидрофильно-гидрофобного баланса и растворимости ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионогенные группы, или их смесей с по крайней мере одним молекул органического иона и/или поверхностно-активных ионов или их смесей позволяет регулировать как процесс образования, так и тип ЛЖК фазы. От этого в свою очередь зависит и степень молекулярной упорядоченности и, следовательно, поляризационные параметры ГП, образующегося после нанесения ЛЖК композиции на поверхность подложки с последующим удалением растворителя.

Отсутствие ионов в двулучепреломляющем анизотропно поглощающем слое на основе нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащих ионногенных или гидрофильных групп, или их смесей обеспечивает высокие диэлектрические свойства заявляемого поляризатора, что приводит к снижению энергопотребления и тем самым увеличивает срок службы жидкокристаллических устройств.

Использование для формирования анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя нерастворимых в воде дихроичных красителей или пигментов обеспечивает наряду с низкой электропроводностью высокую устойчивость к действию влаги. При этом для изготовления заявляемого поляризатора не требуется синтез специальных красителей или пигментов, а могут быть использованы серийно выпускаемые красители или пигменты.

Использование двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, сформированного из красителей (II-VI) и/или из нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащих ионногенных или гидрофильных групп, или их смесей, позволяет получать термостабильный и светостойкий поляризатор:

- в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой сформирован на поверхности подложки в виде пленки или пластины из органических и неорганических материалов;
- который в качестве подложки содержит двулучепреломляющую пластину или пленку, причем по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой сформирован под углом 45° к основной оптической оси указанной пластины или пленки.

- в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой содержит по крайней мере два фрагмента произвольной формы, которые отличаются цветом и/или направлением оси поляризации.
- который дополнительно содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, который содержит по крайней мере два фрагмента произвольной формы, отличающихся цветом и/или направлением оси поляризации.
- который дополнительно содержит между двулучепреломляющими анизотропно поглощающими слоями слой из прозрачных бесцветных или окрашенных материалов.
- который дополнительно содержит ориентирующий слой, сформированный из неорганических материалов и/или из различных полимерных материалов.
- который дополнительно содержит светоотражающий слой.
- в котором светоотражающий слой выполнен металлическим.

Для изготовления поляризатора, в котором по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой содержит по крайней мере два фрагмента произвольной формы, которые отличаются цветом и/или направлением оси поляризации, может быть использован следующий метод: с помощью печати (флексо-, трафаретной, высокой или глубокой) на слой с однородным направлением вектора поляризации наносят рисунок в виде слоя водонерастворимого лака необходимой формы. После отверждения лака незащищенный слой смывают подходящим растворителем (вода или смесь воды с органическим растворителем). Затем на подложку вновь наносят другой слой, который отличается цветом и направлением вектора поляризации от закрепленного лакового двулучепреломляющего слоя. После этого вновь наносят слой лака требуемой формы, который при этом оставляет незащищенным предыдущий рисунок. После отверждения с последующей промывкой растворителем получают поляризационный рисунок, в котором участки отличаются и цветом, и направлением вектора поляризации.

С помощью различных способов многовалковой печати могут быть многоцветные поляризационные рисунки по методу "roll-to-roll".

Использование вместо лака различных клеев позволяет изготавливать поляризатор в виде самоклеющихся поляризационных пленок. Нанесение слоя клея на двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой в виде рисунка с последующим переносом двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя на любую поверхность может быть использовано как при производстве ЖК индикаторов с внешним расположением поляризаторов, так при различных видах защиты товарных

знаков или для получения всевозможных цветовых эффектов, например, в рекламе. При изготовлении поляризатора по клеевой технологии возможен и метод обратного переноса: нанесение слоя клея необходимой формы на требуемую поверхность, наложении пленки с нанесенным на нее двулучепреломляющим анизотропно поглощающим слоем на клей и отрыв. С поверхности пленки на требуемую поверхность будет удаляться двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, соответствующий только форме клеевого слоя.

Применение красителей (II-VI) и/или из нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащих ионногенных или гидрофильных групп, или их смесей, позволяет реализовать технологию послойного нанесения двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев. При этом может быть получен поляризатор, состоящий из нескольких нанесенных друг на друга двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев, каждый из которых состоит из нескольких фрагментов произвольной формы, которые могут отличаться цветом и направлением вектора поляризации.

Последующий слой того же красителя или другого может быть нанесен непосредственно на предыдущий слой или на промежуточный слой из прозрачного материала, который может быть либо бесцветным, либо окрашенным. При этом направление вектора поляризации следующего слоя может меняться произвольным образом относительно направления осей поляризации предыдущего слоя.

При вращении плоскости поляризованного света в поляризаторе может происходить просветление одних участков и окрашивание других (в случае монохромных поляризаторов, в которых разные участки одного цвета имеют различное направление вектора поляризации). В случае использования разных красителей при вращении плоскости поляризованного света будет происходить либо исчезновение окрашенного в разные цвета рисунка (в случае, когда участки разного цвета имеют одинаковое направление вектора поляризации), либо последовательное исчезновение участков разного цвета, отличающихся направлением вектора поляризации. Перечисленные примеры поляризаторов представляет интерес при создании специальных цветовых эффектов (реклама, шоу-бизнес), для защиты товарных знаков и ценных видов бумаг.

Поверхность подложки при формировании двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя дополнительно может быть также модифицирована с помощью различных подслоев, в том числе и оптически активных, например, светоотражающих, в частности, диффузно отражающих, двулучепреломляющих или фазоудерживающих слоев. Таким образом, получают поляризатор, отличающийся тем, что между подложкой

и поляризующим покрытием дополнительно содержат светоотражающий слой, который может служить одновременно в качестве электропроводящего слоя.

При использовании в качестве подложки четвертьволновой двулучепреломляющей пластины или пленки, например, из поливинилового спирта или полиэтилентерефталата, и нанесении двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя под углом 45° к основной оптической оси подложки может быть изготовлен циркулярный поляризатор (фиг.5, а и б - направление обычного и необычного лучей соответственно, n - направление вектора поляризации поляризующего слоя). Толщина двулучепреломляющей пленки должна удовлетворять следующему условию:

$$d(n_o - n_e) = \lambda/4 + m\lambda/2,$$

где d - толщина полимерной пленки; n_o и n_e - обыкновенный и необыкновенный показатели преломления; λ - длина волны; m - целое число.

При формировании двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя на полимерных пленках (полиэтилентерефталат, поликарбонат, триацетилцеллюлоза, другие прозрачные пленочные материалы) могут быть получены поляризаторы в виде гибких поляризующих пленок, в том числе самоклеющихся.

При изготовлении заявляемого поляризатора могут быть также использованы различные клеи, в том числе поливинилбутираль, для получения разного рода ламинированных структур, например триплексных стекол или многослойных пленок, что представляет интерес для автомобильной промышленности и архитектуры.

Как видно из приведенных таблиц 1-3, поляризаторы дихроичного типа по изобретению обладают наряду с низкой электропроводностью, высокой устойчивостью к действию влаги и более высоким дихроичным отношением по сравнению с поляризатором по заявке PCT WO 94/28073 (1994).

Кроме того, заявляемые поляризаторы обладают однородными свойствами по площади, одним из критериев которых является разнотолщинность двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, которая не превышает 5%.

Таблица 1

Характеристики поляризаторов света

на основе органических солей дихроичных анионных красителей общей формулы (II)

No	Краситель	M	n	Разнотол- щинность, %
1.	Прямой желтый светопрочный O	$(\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}$ NH_4^+	7	5
2.	Смесь дисульфокислот дибензимидазолов нафталин-1,4,5,8- тетракарбоновой кислоты	N-метилпиридиний NH_4^+	7 2 2	15 5 18 (сильное рассеяние)
3.	3-хлориндантрон-4,4'- дисульфокислота	$(\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}$ NH_4^+	2 2	3 10
4.	Кислотный ярко-красный антрахиноновый H8C	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}$ NH_4^+	2 2	5 15 (рассеивает свет)
5.	C.I. прямой красный 48	N-этилимидазолиний Na^+	2 2	5 15
6.	C.I. активный желтый 1	N-метилтиазолиний Na^+	2 2	5 15
7.	C.I. кислотный желтый 1	$\text{NH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ NH_4^+	1 1	5 15
8.	C.I. прямой синий 19	$[\text{OH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_3\text{CH}_2\text{CH}_2]_2\text{NH}_2$ NH_4^+	2 2	5 15
9.	Смесь дисульфокислот дибензимидазолов перилеи-3,4,9,10- тетракарбоновой кислоты	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2(\text{CH}_3)_3\text{P}$ NH_4^+	2 2	5 10
10.	C.I. прямой фиолетовый 88	$\text{CH}_3(\text{C}_3\text{H}_7)\text{NH}$ NH_4	2 2	5 15
11.	Кислотный ярко-синий антрахиноновый	N-этилхинолиний NH_4	2 2	5 15
12.	C.I. прямой фиолетовый 56	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)\text{NH}_2$ Na^+	2 2	5 20
13.	C.I. активный синий 4	N-этилтиазолиний Na^+	2 2	5 18
14.	C.I. прямой желтый 73	$[\text{OH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_5\text{CH}_2\text{CH}_2]_2\text{NH}_2$ NH_4^+	4 4	5 15
15.	Дисульфокислота диметилхинакридона	$(\text{C}_4\text{H}_9)_3(\text{CH}_3)\text{P}$ NH_4^+	2 2	5 10
16.	Дисульфокислота тиоиндиго	$\text{NH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ NH_4^+	2 2	5 15

Продолжение Таблицы 1

№	Краситель	М	n	Разнотол- щинность, %
17.	Смесь дисульфокислот дибензимидазолов нафталин-1,4,5,8- тетракарбоновой кислоты + 3-хлориндантрон-4,4'- дисульфокислота	$(\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}$ NH_4^*	- -	5 15
18.	Смесь дисульфокислот дибензимидазолов нафталин-1,4,5,8- тетракарбоновой кислоты + 3-хлориндантрон-4,4'- дисульфокислота + Смесь дисульфокислот дибензимидазолов перилена-3,4,9,10- тетракарбоновой кислоты	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2(\text{CH}_3)_3\text{P}$ NH_4^*	- -	5 18

* Известный поляризатор по заявке PCT WO 94/28073 (1994).

Таблица 2

Характеристики поляризаторов света

на основе несимметричных смешанных солей дихроичных анионных красителей
общей формулы (III)

No	Краситель	Формула	Дихроичное отношение D_{\perp}/D_{\parallel}
1.	Прямой желтый светопрочный О	$f = g = 0; X = X' = \text{SO}_2;$ $M = (\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}; n = 3;$ $M_1 = \text{NH}_4; m = 3.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 6$	15.0 10.0
2.	Смесь дисульфокислот Дибензимидазолов нафталин-1,4,5,8- тетракарбоновой кислоты	f и $g = 0; X = X' = \text{SO}_2; n = 1,$ $M = (\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}_2;$ $M_1 = \text{NH}_4; m = 1.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 6$	16.0 10.0
3.	3-хлориндантрон- 4,4'-дисульфокислота	f и $g = 0; n = 1; X = X' = \text{SO}_2; M = \text{Cs};$ $m = 1; M_1 = \text{NH}_4.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 6$	35.0 23.0
4.	C.I. прямой желтый 73	f и $g = 0; X = \text{SO}_2; n = 2; M = \text{N-}$ метилпиридиний; $m = 2; X' = \text{CO}, M_1 = \text{NH}_4.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 4$	14.0 8.0

Продолжение Таблицы 2

№	Краситель	Формула	Дихроичное отношение D_{\perp}/D_{\parallel}
5.	Трисульфокислота тиюиндиго (малиновый)	f и $g = 0$; $X=X' = SO_2$; $M =$ октиламмоний; $n=1$; $M_1 = Na$; $m=2$ (I)*, $M = NH_4$, $n=3$	16.0 0
6.	Смесь дисульфокислот дибензимидазолов перилен-3,4,9,10-тетракарбоновой Кислоты	f и $g = 0$; $n=1$; $X=X' = SO_2$; $M =$ N-метилтиазаолиний; $m=1$; $M_1 = NH_4$. (I)*, $M = NH_4$, $n=2$	17.0 10.0
7.	Кислотный ярко-синий Антрахиноновый	f и $g = 0$; $n=1$; $X=X' = SO_2$; $M =$ $(NH_2CH_2CH_2NHCH_2CH_2)_2NH_2$; $m=1$; $M_1 = NH_4$. (I)*, $M = NH_4$, $n=2$	18.5 3.0
8.	C.I. 43320 Кислотный Ярко-синий	$n=m = 0$; $X=X' = SO_2$; $Z = NH$, $p=1$; $M = (OHCH_2CH_2)_3NH$; $f=1$; $M_1 = NH_4$; $g=1$ (I)*, $M = NH_4$, $n=2$	19.0 2.0
9.	Активный ярко-фиолетовый IT	$f=0$; $n=2$; $X = SO_2$; $M = NH_4$; $m=0$; $Z = SO_2$, $p=2$; $X = OSO_2$; $M_1 = K$; $g=1$ (I)*, $M = NH_4$, $n=3$	15.0 0
10.	Активный ярко-голубой 2КТ	$f=0$; $n=1$; $X = SO_2$; $M =$ $(OHCH_2CH_2)_3NH$; $m=0$; $g=1$; $Z = SO_2$, $p=2$; $X = OSO_2$; $M_1 = NH_4$; (I)*, $M = NH_4$, $n=3$	16.0 5.0
11.	Активный желтый 13-181	$n=0$; $f=1$; $Z = SO_2NH$, $p=2$; $X=X' = OSO_2$; $M =$ $(OHCH_2CH_2)_3NH$; $m=0$; $g=1$; $M_1 =$ NH_4 ; (I)*, $M = NH_4$, $n=2$	14.0 3.5
12.	C.I. 14865 Кислотный черный 3М	f и $g = 0$; $X=X' = SO_2$; $M_1 =$ N-метилтиазаолиний; $n=1$; $M = NH_4$; $m=1$ (I)*, $M = NH_4$, $n=2$	15.0 3.0

* Известный поляризатор по заявке PCT WO 94/28073 (1994).

Таблица 3

Характеристики поляризаторов света

на основе ассоциатов дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы с поверхностно-активными веществами, общих формул (IV-VI)

No	Краситель	Формула	Электропроводность $\times 10^{-10} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
1.	Прямой желтый светопрочный О	(IV), PAV – додециламмоний; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$; $m = 6$ (I)*, $m=7$; $M=\text{NH}_4$	0.1 15.0
2.	Дисульфокислота индиго (синий)	(IV), PAV-децилтриметил-аммоний катион; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{Na}$; $m=1$; (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$	0.5 10.0
3.	Трисульфокислота тиоиндиго (малиновый)	(IV), PAV-децилпиридиний катион; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{N-метилпиридиний}$; $m=2$ (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$ - ПП получить не удается.	0.05 -
4.	С.І. прямой оранжевый 138	(IV), PAV-октилтриметил-аммоний катион; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$; $m=1$; (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$, $n=0$	0.04 13.0
5.	С.І. активный желтый 1	(IV), PAV-додециламмоний катион; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$; $m=1$ (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$; $n=0$	0.05 15.0
6.	С.І. кислотный желтый 135	(IV), PAV-додецилдиметиламино-уксусная кислоты триэтаноламинная соль; $Z=\text{O}$; $p=2$; $X=\text{OSO}_2$; $n=1$; $m=0$ (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=1$, $n=0$	0.5 20.0
7.	С.І. прямой желтый 73	(IV), PAV-додецилимидазолиний катион; $X=\text{SO}_2$, $n=2$; $X'=\text{CO}$, $M = \text{Ba}$, $m=2$; (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=4$, $n=0$	0.5 20.0
8.	С.І. активный ярко-фиолетовый IT	(IV); PAV-децилтриметил-аммоний катион; $Z=\text{NH}$, $p=1$, $X=\text{SO}_2$, $f=1$, $n=0$; $X'=\text{SO}_2$, $M = \text{Cs}$, $g=1$; $m=0$. (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$, $n=0$	0.3 25.0

Продолжение Таблицы 3

№	Краситель	Формула	Электропроводность $\times 10^{-10} \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
9.	C.I. 63320 Кислотный ярко-синий	(IV), PAV-додецилимид- азолиний катион; $Z=\text{SO}_2$, $p=2$, $X=\text{OSO}_2$, $f=1$, $n=0$; $X'=\text{SO}_2$, $M =$ Na , $m=2$; $g=0$.	0.7
		(I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=3$, $n=0$	20.0
10.	C.I. 50315 Кислотный темно-голубой	(V), PAV- октилсульфат; $g=0$, $m=2$; $X=\text{SO}_2$, $M = \text{NH}_4$;	1.0
11.	C.I. 44025 Кислотный зеленый Ж	(V), PAV- додецилсульфонат; $g=0$, $m=2$; $X=\text{SO}_2$, $M = \text{NH}_4$;	0.5
12.	C.I. Основной синий 41	(VI), PAV - 2-гидрокси-3- (додецилтриметиламмоний)- пропансульфат, триэтаноламинная соль; $n=1$	0.5
13.	C.I. Основной синий 4	(VI), PAV - 2- (диметилоктилами- допропиламмоний)этансульфат, N-метилпиридиний; $n=1$	0.2
14.	Метиленовый голубой	(VI), PAV - диметилдодецил- аммонийуксусной кислоты триэтаноламинная соль; $n=1$	0.5
15.	C.I. Основной 22	(VI), PAV - октилдиметил- аммонийэтансульфат, аммонийная соль; $n=1$	1.0

* Известный поляризатор по заявке PCT WO 94/28073 (1994).

Следует отметить, что перечисленные выше поляризаторы как дихроичного, так и интерференционного типа на основе двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев, имеющих по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны, предполагают использование не более 50% энергии падающего света.

Использование двулучепреломляющего слоя с аномальной дисперсией позволяет также создать поляризатор, который обеспечивает превращение в поляризованное излучение практически всей энергии источника неполяризованного излучения.

Предлагаемый поляризатор указанного типа включает:

- поляризующее средство для разделения множества неполяризованных световых пучков, составляющих падающий на поляризатор свет, на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков и
- средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав указанного множества пар различным образом поляризованных световых пучков.

При этом указанное поляризующее средство, выполненное в виде фокусирующих оптических элементов, каждое из которых состоит из по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, граничащего с по крайней мере одним оптически изотропным слоем, оптически согласовано с указанным средством для изменения поляризации, выполненным в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины.

Для простоты указанный поляризатор будем называть поляризатором на основе поляризующего средства пропускающего типа.

Отличительным признаком настоящего поляризатора является также использование в составе указанного поляризующего средства по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, который имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

Указанный фокусирующий оптический элемент заявляемого поляризатора может быть выполнен в виде зонной пластинки, которая, в свою очередь, может быть выполнена в виде амплитудной зонной пластинки, чётные зоны которой содержат по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем, а нечётные зоны изготовлены из оптически изотропного материала.

Другим вариантом зонной пластинки заявляемого поляризатора может служить фазовая зонная пластинка.

Фазовая зонная пластинка может иметь по крайней мере один показатель преломления, меняющийся по крайней мере вдоль одного из направлений, в том числе вдоль плоскости пластины.

По крайней мере один показатель преломления фазовой зонной пластинки может меняться по направлению вдоль плоскости пластины по определенному закону, в том числе немонотонным образом.

Средство для изменения поляризации заявляемого поляризатора может также содержать секционированный просветный двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

По крайней мере, один показатель преломления по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя в поляризаторе на основе поляризующего средства пропускающего типа может быть прямо пропорционален длине волны поляризуемого света.

По крайней мере, один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой заявляемого поляризатора может иметь толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света. При этом толщина по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя удовлетворяет условию получения на выходе оптического поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты проходящего света и интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты проходящего света.

При изготовлении заявляемого поляризатора слои подбираются таким образом, чтобы показатель преломления оптически изотропного слоя совпадал или был максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя.

Предпочтителен поляризатор, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки или слоя с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

При использовании в средстве для изменения поляризации «ахроматичной» полуволновой или четвертьволновой (для циркулярной поляризации) пластины, в

которой фазовый набег (или разность хода) составляет половину или четверть длины волны соответственно, изменение поляризации при прохождении такой пластины происходит при всех длинах волн рабочего диапазона.

Другим вариантом является поляризатор, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки с секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными вне фокусов фокусирующих оптических элементов, и с секциями в виде пластинок, задающих разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными в фокусах фокусирующих оптических элементов.

Средство для изменения поляризации заявляемого поляризатора может быть выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного планарного слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины указанного слоя на угол 90° с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

Заявляемый поляризатор может быть выполнен в виде плёнки или пластины, содержащей указанное поляризующее средство, выполненное в виде фокусирующих оптических элементов, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты падающего на поляризатор неполяризованного света, оптически согласованно с указанным средством для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков. Указанные фокусирующие оптические элементы могут представлять собой объемные или фазовые собирающие линзы или различные разновидности известных из оптики зонных пластинок [см. Г.С.Ландсберг, Оптика, изд. 5-е, перераб. и дополн., изд. "Наука", Москва, 1976 г.].

Вариантом заявляемого поляризатора, для которого область длин волн, при которых наблюдается аномальная дисперсия, отличается от рабочего диапазона длин волн, является поляризатор, содержащий по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, представляющий собой совокупность объемных или фазовых линз. В этом случае возможно при использовании соответствующих красителей для формирования указанных линз создание поляризатора, обеспечивающего поляризацию и в ИК области.

Следует отметить, что фокусирующие оптические элементы могут быть не только линзовыми, но и зеркальными и комбинированными.

Отличительным признаком изобретения является использование для изготовления поляризатора по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя с аномальной дисперсией, который входит в состав поляризующего средства и может быть в отдельных вариантах исполнения средства для изменения поляризации по крайней мере одной поляризованной компоненты света.

Для формирования указанного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя с аномальной дисперсией могут быть использованы материалы и методы, которые применяются для заявленных выше поляризаторов интерференционного и дихроичного типов.

Перечисленными вариантами не ограничиваются возможности использования других материалов для формирования двулучепреломляющих слоев для предлагаемого оптического поляризатора.

Выбор методов нанесения ориентированного слоя двулучепреломляющего материала зависит от вида используемого материала и не влияет на суть изобретения. Поляризующие слои из двулучепреломляющего материала по изобретению могут быть не только плоскими, но и сами являться фокусирующими, например, в форме линз и/или зеркал.

Для создания секционированных двулучепреломляющих слоев возможно использование методов фотолитографии. Для нанесения термотропных полимерных материалов могут быть применены экструдеры, в том числе имеющие большое количество (10-100) плоских фильер и позволяющие наносить за один проход сразу много слоев требуемой толщины разных полимерных материалов.

Конечным результатом любых используемых методов должен быть ориентированный слой двулучепреломляющего материала, обладающий наряду с показателями преломления, значения которых различны по разным осям, также дихроизмом с оптимальными значениями показателей поглощения.

Принцип действия заявляемого поляризатора можно представить себе следующим образом. Неполяризованный луч света, падает на первую плоскую поверхность поляризатора, выполненного в виде плёнки или пластины, которая содержит нанесённое на неё поляризующее средство. Указанный неполяризованный луч света, проходя через поляризующее средство, выполненное в виде фокусирующих оптических элементов, имеющих различную оптическую силу для каждой поляризованной компоненты падающего неполяризованного света, разделяется на множество пар различным образом

поляризованных световых пучков. Получившееся множество пар различным образом поляризованных световых пучков представляет собой в то же время два множества поляризованных световых пучков, в каждом из которых свет поляризован одинаково для всех пучков, входящих в состав этого множества. При этом одно из этих множеств световых пучков, входящих в состав указанного множества пар различным образом поляризованных световых пучков, может иметь вид, например, параллельных световых пучков, линейно-поляризованных в одной плоскости, а другое множество световых пучков может иметь вид, например, пучков света, линейно-поляризованного в плоскости, ортогональной к плоскости поляризации первого множества пучков, сходящихся в фокусах фокусирующих оптических элементов, которые (фокусы) регулярно располагаются на второй плоской поверхности поляризатора, содержащей нанесённое на неё средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, которое выполнено в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины. По крайней мере одно множество одинаково поляризованных световых пучков, проходя через указанное средство для изменения поляризации, расположенное на второй поверхности поляризатора, изменяет свою поляризацию так, чтобы состояние его поляризации было одинаковым с состоянием поляризации другого множества также одинаково поляризованных световых пучков, также прошедших через вторую границу поляризатора. В результате оба указанных множества выходящих из поляризатора на основе поляризующего средства пропускающего типа световых пучков оказываются поляризованными одинаково, а кроме того, оба эти множества указанных выходящих из поляризатора световых пучков переносят световую энергию, количественно составляющую по крайней мере более 50% энергии падающего на поляризатор света, и существенно в том же направлении.

Другой разновидностью заявляемого поляризатора, который обеспечивает превращение более, чем на 50% всей энергии неполяризованного излучения в поляризованное излучение, является поляризатор на основе поляризующего средства отражательного типа.

Указанный поляризатор выполняется в виде по крайней мере одной пленки или пластины, на которую нанесены средство для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков, поляризующее средство для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящие и отраженные световые пучки, имеющие разные поляризации и средство

для изменения поляризации и направления отраженных от поляризующего средства световых пучков.

Отличительным признаком предлагаемого поляризатор поляризующее средство, содержащее по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей или двулучепреломляющий слой с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону;

В зависимости от вида используемого двулучепреломляющего слоя разделение неполяризованных световых пучков может осуществляться либо на линейно поляризованные проходящий и отраженный с ортогональными поляризациями, либо на циркулярно поляризованные проходящий и отраженный с противоположными знаками вращения поляризации.

Средство для изменения поляризации и направления отраженных световых пучков заявляемого поляризатора может содержать секционированное металлическое зеркало.

Предпочтителен поляризатор, поляризующее средство которого включает по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей, а перед секционированным металлическим зеркалом расположена четвертьволновая пластинка.

Предпочтительным также является поляризатор, содержащий по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающим слой, который имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

Предпочтительным является поляризатор, в котором область длин волн, в которой наблюдается анизотропное поглощение двулучепреломляющего слоя и, следовательно, соблюдается условие аномальной дисперсии, совпадает с рабочим диапазоном длин волн.

Наиболее предпочтительно использовать двулучепреломляющие анизотропно поглощающие слои с по крайней мере одним показателем преломления, прямо пропорциональным длине волны поляризуемого света.

Поляризатор согласно изобретению может содержать в качестве по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, слой,

сформированный из материалов, используемых для изготовления заявляемого поляризатора интерференционного типа.

Перечисленными вариантами не ограничиваются возможности использования других материалов для формирования анизотропно поглощающих двулучепреломляющих слоев для предлагаемого поляризатора.

Анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой в предлагаемом поляризаторе может быть как твердым, так и жидким.

Для изготовления двулучепреломляющего слоя с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей могут быть использованы ориентированные одноосным или двухосным растяжением полимерные пленки, прозрачные (не поглощающие свет) в диапазоне рабочих длин волн.

Примером двулучепреломляющих слоев с направлением оптической оси, меняющимся по толщине слоя по определенному закону являются слои холестерических жидких кристаллов. В таких слоях оптическая ось, соответствующая длинным осям палочкообразных молекул и, соответственно, большему показателю преломления, вращается при мысленном движении по толщине, оставаясь параллельной плоскости слоя. Расстояние по толщине, на котором оптическая ось делает полный оборот в 360° называют шагом холестерической спирали. Направление вращения оптической оси может быть как по часовой стрелке, и такая спираль называется правой, так и против часовой стрелки, и такая спираль называется левой. Такая структура (текстура) двулучепреломляющего слоя холестерических жидких кристаллов называется планарной, или текстурой Гранжана. Основными оптическими свойствами двулучепреломляющего слоя холестерических жидких кристаллов с планарной текстуры являются:

1. При падении света на слой существует область селективного отражения света, спектральное положение которой пропорционально шагу холестерической спирали.
2. Спектральная ширина области селективного отражения света пропорциональна анизотропии показателя преломления (т.е. разнице между необыкновенным и обыкновенным показателями преломления).
3. В пределах области селективного отражения света одна циркулярно поляризованная компонента неполяризованного света, направление вращения которой совпадает с направлением вращения холестерической спирали, полностью отражается, другая циркулярно поляризованная компонента неполяризованного света, направление

вращения которой противоположно направлению вращения холестерической спирали, полностью проходит через слой.

Таким образом, слой холестерических жидких кристаллов с планарной текстуры является циркулярным поляризатором отражательного типа как для проходящего, так и для отраженного света. Такой слой может служить или быть включенным в состав поляризующего средства для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, имеющие различные поляризации. При необходимости для превращения циркулярных поляризаций в линейные может быть использована известная четвертьволновая пластинка.

Предпочтительным является поляризатор по изобретению, поляризующее средство которого содержит по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Более предпочтительным является поляризатор по изобретению, содержащий по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла, изготовленный из полимерного холестерического жидкого кристалла.

По крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла имеет по толщине градиент шага холестерической спирали и, в результате, спектральную ширину полосы селективного отражения света не менее 100 нанометров.

Поляризующее средство отражательного типа может содержать по крайней мере три слоя холестерических жидких кристаллов, имеющих полосы селективного отражения света в трех различных спектральных диапазонах.

Средство для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков может быть выполнено в виде системы микролинз или микропризм, фокусирующих выходящие из них световые пучки внутрь поляризатора. В частности, система микролинз может быть выполнена в виде положительных цилиндрических микролинз, полностью покрывающих поверхность поляризатора.

Выбор методов изготовления поляризатора по изобретению зависит от вида материалов, используемых для двулучепреломляющих слоев, и не влияет на суть изобретения.

Для формирования на поверхности предлагаемого поляризатора поляризующего покрытия, включающего по крайней мере один двулучепреломляющий слой, могут быть применены следующие стандартные способы: ламинирование предварительно ориентированных вытяжкой полимерных пленок, нанесение используемых материалов в жидкой форме валиком, ракельным ножом, ракелем в форме невращающегося цилиндра, нанесение с помощью щелевой фильеры и другие. В ряде случаев после нанесения слой

подвергается сушке с целью удаления растворителей. В других случаях, например для термопластичных полимерных материалов и стеклующихся материалов, нанесенный слой охлаждается после нанесения.

Другими методами, которые можно использовать для получения двулучепреломляющих слоев из материалов, образующих в процессе нанесения жидкокристаллической фазу, является нанесение этого материала на подложку, изначально подготовленную для ориентации жидкокристаллической фазы [U.S. Patent No 2,524,286 (1950)]. Одним из таких методов служит однонаправленное натирание подложки или предварительно нанесенного на нее тонкого полимерного слоя, известное и применяемое для ориентации термотропных низкомолекулярных жидкокристаллических смесей при изготовлении ЖК-дисплеев.

Еще один метод получения двулучепреломляющих слоев - это известный метод фотоориентации предварительно нанесенного тем или иным способом слоя с помощью облучения его линейно поляризованным ультрафиолетовым светом.

Для нанесения двулучепреломляющих слоев из термотропных полимерных материалов могут быть применены экструдеры, в том числе имеющие несколько плоских фильер и позволяющие наносить за один проход сразу несколько слоев разных полимерных материалов требуемой толщины.

Для изготовления слоя холестерических жидких кристаллов с планарной текстуры могут использоваться эфиры холестерина, нематические жидкие кристаллы с введенной в них добавкой оптически активных соединений, так называемые хиральные нематики, в которых оптически активный центр химически соединен с молекулами нематического жидкого кристалла, полимерные холестерические жидкие кристаллы, лиотропные холестерические жидкие кристаллы, например, полипептидов и эфиров целлюлозы.

Изготовленные слои могут быть жидкими и твердыми. Отверждение слоев может происходить при понижении температуры, испарении растворителя, полимеризации, в том числе при фотоиндуцированной полимеризации.

В качестве средства для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков могут быть использованы система микролинз, как объемных, так и плоских линз Френеля, а также другие средства для фокусировки световых лучей, система микропризм, объемных, например треугольной формы, или плоских, например с распределенным по толщине и по поверхности показателем преломления, а также другие средства для отклонения световых лучей.

Для изготовления системы микролинз и микропризм могут быть использованы методы прессования, литья, например, заливка предварительно выдавленных углублений нужной формы в полимерной пленке полимерным материалом с бо́льшим показателем преломления, методы фотондуцированной полимеризации и другие методы.

Для нанесения секционированного металлического зеркала могут быть применены следующие стандартные способы: термическое испарение в вакууме, нанесение в парах с последующей термической обработкой, магнетронное распыление и другие. Для нанесения зеркала могут использоваться алюминий (Al), серебро (Ag) и другие металлы.

Принцип работы заявляемого поляризатора на основе поляризующего средства отражательного типа будет раскрыт при обсуждении конкретных примеров данного поляризатора.

Как уже упоминалось, заявленные выше поляризаторы могут быть использованы в различных устройствах отображения информации, в частности, для изготовления жидкокристаллических индикаторных элементах, в том числе, для плоских дисплеев.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение повышенной яркости, цветовой насыщенности изображения жидкокристаллического индикаторного элемента.

Поставленная задача решается жидкокристаллическим индикаторным (ЖКИ) элементом, содержащим слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами, по крайней мере на одной из которых расположены электроды и поляризатор, который содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

Для формирования указанного слоя используются те же самые материалы и методы, которые применяются для заявленных выше поляризаторов.

Высокое качество изображения обеспечивает ЖКИ элемент, содержащий по крайней мере один поляризатор интерференционного типа, обладающего высокими поляризационными характеристиками.

Заявляемый ЖКИ элемент может на одной пластине дополнительно содержать диффузно отражающий слой, который является одновременно электродом, а по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой расположен непосредственно на отражающем слое или на диэлектрическом подслое, нанесенном на отражающее покрытие.

Другой вариант ЖКИ элемента отличается тем, что на одной из пластин дополнительно сформирован слой из цветных элементов, который расположен между поляризатором и пластиной.

Поляризатор заявляемого ЖКИ элемента дополнительно может содержать по крайней мере один слой, по крайней мере частично отражающий свет. Указанный светоотражающий слой может быть выполнен металлическим.

По крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора заявляемого ЖКИ элемента может быть выполнен в виде элементов, различающихся величиной фазовой задержки и/или направлением оси поляризации.

Один поляризатор заявляемого ЖКИ элемента содержит по крайней мере два двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев разного цвета с взаимно перпендикулярным направлением осей поляризации, нанесенных один на другой или на разделяющий их по крайней мере один промежуточный слой, а на другой пластине поляризатор содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой серого цвета с направлением оси поляризации, совпадающим с направлением оси поляризации одного из двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев на первой пластине.

Использование поляризатора на основе поляризующего средства отражающего типа, использующего более 50% неполяризованного света, обеспечивает высокую яркость и снижение энергопотребления ЖКИ элемента.

Предлагаемый ЖКИ элемент содержит слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами, по крайней мере на одной из которых расположены электроды и поляризатор. По крайней мере один поляризатор содержит

- поляризующее средство для разделения множества неполяризованных световых пучков падающего на поляризатор света на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков, выполненное в виде фокусирующих оптических элементов, каждый из которых содержит из по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем; при этом указанное поляризующее средство оптически согласовано со средством для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково

поляризованных световых пучков, входящих в состав указанного множества пар различным образом поляризованных световых пучков.

По крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой фокусирующего оптического элемента заявляемого ЖКИ элемента может быть выполнен в виде совокупности объемных или фазовых линз.

Фокусирующий оптический элемент ЖКИ элемента может быть выполнен в виде зонной пластинки.

Разновидностью зонной пластинки является амплитудная зонная пластинка, чётные зоны которой содержат по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем, а нечётные зоны изготовлены из оптически изотропного материала.

Другой разновидностью зонной пластинки является фазовая зонная пластинка.

Средство для изменения поляризации ЖКИ элемента может содержать секционированный просветный двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

Средство для изменения поляризации может быть выполнено в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки или слоя с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

Средство для изменения поляризации поляризатора заявляемого ЖКИ элемента может быть выполнено в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки с секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными вне фокусов фокусирующих оптических элементов, и с секциями в виде пластинок, задающих разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными в фокусах фокусирующих оптических элементов.

Средство для изменения поляризации заявляемого ЖКИ элемента может быть выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного планарного слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины указанного слоя на угол 90° с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

Средство для изменения поляризации заявляемого ЖКИ элемента может выполнено в виде секционированной просветной ахроматичной двулучепреломляющей пластины.

Повышенную яркость и снижение электроэнергии обеспечивает также ЖКИ элемент с использованием поляризатора на основе поляризующего средства отражательного типа.

Предлагаемый ЖКИ элемент содержит слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами, по крайней мере на одной из которых расположены электроды и поляризатор. По крайней мере один поляризатор выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, на которую нанесены средство для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков, поляризующее средство для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящие и отраженные световые пучки, имеющие разные поляризации, содержащее по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей или двулучепреломляющий слой с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону, и средства для изменения поляризации и направления отраженных от поляризующего средства световых пучков.

Средство для изменения поляризации и направления отраженных световых пучков предлагаемого ЖКИ элемента может содержать секционированное металлическое зеркало.

Поляризующее средство ЖКИ элемента может содержать по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей, а перед секционированным металлическим зеркалом содержать четвертьволновую пластинку.

В качестве по крайней мере одного двулучепреломляющего слоя с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону, поляризующее средство заявляемого ЖКИ элемента может содержать по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла, который может быть изготовлен из полимерного холестерического жидкого кристалла.

По крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла может иметь по толщине градиент шага холестерической спирали и, в результате, спектральную ширину полосы селективного отражения света не менее 100 нанометров.

Поляризующее средство может содержать по крайней мере три слоя холестерических жидких кристаллов, имеющих полосы селективного отражения света в трех различных спектральных диапазонах.

Средство для преобразования входящего неполяризованного света поляризатора заявляемого ЖКИ элемента может быть выполнено в виде системы микролинз или микропризм, фокусирующих выходящие из них световые пучки внутрь поляризатора.

Система микролинз может быть выполнена в виде положительных цилиндрических микролинз, полностью покрывающих поверхность поляризатора.

На первой поверхности пленки или пластины поляризатор заявляемого ЖКИ элемента может содержать систему микролинз и секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с названной системой микролинз, а на второй поверхности пленки или пластины - по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

На первой поверхности пленки или пластины поляризатор заявляемого ЖКИ может содержать систему микролинз, секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с названной системой микролинз, и четвертьволновую пластинку, а на второй поверхности поляризатор содержит при этом по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

На первой поверхности пленки или пластины поляризатор может также содержать секционированное металлическое зеркало, а на второй поверхности пленки или пластины нанесены последовательно система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала, и по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Предпочтителен ЖКИ элемент, поляризатор которого на первой поверхности пленки или пластины содержит секционированное металлическое зеркало и четвертьволновую пластинку, а на второй поверхности пленки или пластины нанесены последовательно система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала, и по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Поляризатор заявляемого ЖКИ элемента может содержать по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало, а на

внешней поверхности второй пленки или пластины дополнительно нанесены вторая система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала и с первой системой микролинз, и по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Предпочтителен ЖКИ элемент, поляризатор которого содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз, на внутренней поверхности, первой или второй пленки или пластины нанесены секционированное металлическое зеркало и четвертьволновая пластинка, на внешней поверхности второй пленки или пластины дополнительно нанесены вторая система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала и с первой системой микролинз, и по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Предпочтителен ЖКИ элемент, поляризатор которого содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с системой микропризм, на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесен по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Предпочтителен ЖКИ элемент, поляризатор которого содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм, на внутренней поверхности первой пленки или пластины последовательно нанесены секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с системой микропризм, и четвертьволновая пластинка, на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесен по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Предпочтителен ЖКИ элемент, по крайней мере один поляризатор которого дополнительно содержит ориентирующий слой, который сформирован из неорганических материалов или основе полимерных материалов.

При этом ориентирующий слой может быть сформирован как на двулучепреломляющем анизотропно поглощающем слое, так и между подложкой и указанным слоем.

Другим вариантом является ЖКИ элемент, отличающийся тем, что по крайней мере на одной из пластин по крайней мере один двулучепреломляющий слой анизотропно поглощающий по крайней мере одного поляризатора размещен на прозрачном электроде или между пластиной и электродом или на диэлектрической пленке, покрывающей прозрачный электрод, или между ориентирующим жидкий кристалл слоем, и электродом или между ориентирующим жидкий кристалл слоем, и диэлектрическим подслоем, покрывающим электрод, или на обратной стороне пластин.

Предпочтителен ЖКИ элемент, отличающийся тем, что на одной пластине сформировано диффузно отражающее покрытие, которое может являться одновременно электродом, а по крайней мере один анизотропно поглощающий двулучепреломляющий слой расположен непосредственно на отражающем покрытии или на диэлектрическом подслое, нанесенном на отражающее покрытие, или между ориентирующим жидкий кристалл слое и другими слоями, нанесенными на отражающее покрытие.

Используемый во всех указанных выше вариантах ЖКИ элемента по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой может иметь по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света.

По крайней мере, один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора во всех указанных выше вариантах ЖКИ элемента может иметь толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света.

Толщина по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя по крайней мере одного поляризатора во всех указанных выше вариантах ЖКИ элемента может удовлетворять условию получения на выходе поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.

По крайней мере один поляризатор во всех указанных выше вариантах ЖКИ элемента, содержащий по крайней мере два слоя, содержит в качестве по крайней мере одного из них двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, а другой слой оптически изотропный, показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя.

По крайней мере один поляризатор во всех указанных выше вариантах ЖКИ элемента, содержащий по крайней мере два двулучепреломляющих слоя, в качестве по крайней мере одного из них содержит анизотропно поглощающий, один показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей преломления двулучепреломляющего слоя, а вторые показатели преломления двулучепреломляющего слоя и двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя отличаются между собой.

Варьированием красителей в ЛЖК композиций можно создавать ЖК устройства с различным цветом, в том числе и серым. Серый цвет может быть получен также и при послойном нанесении двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя желтого, красного и синего цветов при формировании их на пластинах кюветы.

Использование ассоциата дихроичных красителей, содержащих ионногенные группы, с по крайней мере одним молекул органического, особенно поверхностно-активного иона для формирования анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя обеспечивает хорошую ориентирующую способность поляризатора при внутреннем его расположении в ЖКИ элементе, что избавляет от необходимости нанесения дополнительных ориентирующих ЖК слоев. Причем варьированием структуры органического иона можно менять ориентирующую и смачивающую способность растворов при изготовлении поляризатора, что имеет большое значение при изготовлении ЖКИ элементов различных типов.

Кроме того, наличие малоподвижных органических ионов в поляризующих покрытиях обеспечивает низкую электропроводность, что в свою очередь снижает энергопотребление и тем самым увеличивает срок службы жидкокристаллических устройств. При этом отпадает необходимость в нанесении дополнительных изолирующих слоев при внутреннем расположении поляризаторов.

Разнообразие цветовых решений заявляемого ЖКИ элемента обеспечивается за счет использования для изготовления поляризаторов самых разных красителей, например, формулы (II-VI).

Использование интерференционных поляризаторов на основе двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев обеспечивает высокую яркость и однородность по площади заявляемого ЖКИ элемента, а также хорошие угловые характеристики и отсутствие тени при работе на отражении.

Повышенная яркость ЖКИ элемента при одновременном снижении энергопотребления достигается при использовании поляризатора, использующего более 50% энергии падающего света.

Использование перечисленных выше материалов для формирования двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев дает возможность изготавливать как монохромные, так и цветные ЖКИ элементы и дисплеи на их основе.

Для достижения высокой яркости и контрастности изображения в предлагаемом устройстве, предназначенном для изготовления дисплеев высокого разрешения, можно использовать наряду с двулучепреломляющими анизотропно поглощающими слоями дополнительные ориентирующие и просветляющие слои.

Применение заявляемых поляризаторов на основе двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев не исключает использование традиционных пленочных поляризационных пленок, в частности иодных поляризаторов на основе ПВС. Например, комбинация внутреннего поляризатора на 1-й пластине с иодным отражательным или пропускающим поляризатором, наклеенным на внешнюю сторону второй пластины, позволяет создать устройство, имеющее высокую яркость и контрастность изображения и не требующее дополнительного стекла, которое обычно используется для защиты поляризатора, наклеенного на внешнюю сторону первого стекла.

Кроме того, с использованием поляризатора на основе двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев могут быть изготовлены ЖК индикаторные элементы с внешним расположением поляризаторов. Для этого двулучепреломляющие анизотропно поглощающие слои наносятся на прозрачную изотропную полимерную пленку, после чего полученный пленочный поляризатор наклеивается на внешнюю сторону пластин. При этом необходимо отметить, что полученное ЖК устройство содержит гораздо меньше слоев по сравнению с ЖК устройством с традиционными поляризаторами на основе пленок ПВС.

Краткое описание чертежей

Поляризатор интерференционного типа по изобретению иллюстрируется отдельными примерами конкретного выполнения на фиг.1-3. На фиг.1 показана схема однослойного поляризатора по изобретению отражательного типа. На фиг.2 схематично представлены виды зависимостей показателя преломления слоев в поляризаторах от длины волны света. На фиг.3 показана схема многослойного поляризатора по изобретению.

Поляризатор дихроичного типа и циркулярный поляризатор на его основе представлен

и, фиг.4-5.

Поляризатор на основе поляризующего средства пропускающего типа по изобретению иллюстрируется отдельными примерами конкретного выполнения на фиг.6 - 12.

На фиг.6 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде объемных линз, изготовленных из двулучепреломляющего анизотропно поглощающего материала, и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной, двулучепреломляющей пластинки, секции которой расположены в фокусах указанных объемных линз. На фиг.7 схематично показан общий вид предлагаемого поляризатора по фиг.6. На фиг.8 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде указанных объемных линз, и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки, секции которой расположены вне фокусов указанных объемных линз. На фиг.9 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде амплитудных зонных пластинок, изготовленных из чередующихся слоёв двулучепреломляющего и оптически изотропного материалов, и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки с секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными вне фокусов указанных амплитудных зонных пластинок, и с секциями в виде пластинок, задающих разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными в фокусах указанных амплитудных зонных пластинок. На фиг.10 представлен поперечный разрез одной из возможных конструкций амплитудной зонной пластинки, использованной в варианте предлагаемого поляризатора по фиг. 9. На фиг. 11 изображено поперечное сечение фазовой зонной пластинки, изготовленной из трех слоев, один из которых двулучепреломляющий анизотропно поглощающий, а два других оптически изотропные с различными показателями преломления: один равен обыкновенному показателю преломления двулучепреломляющего слоя, а другой - необыкновенному. Границы этих слоев имеют

рельеф, который позволяет им при указанных соотношениях между их показателями преломления выполнять роль массивов одинаковых фазовых зонных пластинок, способных фокусировать лучи, линейно поляризованные во взаимно ортогональных плоскостях. Эти массивы фазовых зонных пластинок сдвинуты относительно друг друга на половину ширины одной такой зонной пластинки. На фиг. 12 изображено поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде пленки, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде фазовых зонных пластинок, изготовленных из чередующихся двулучепреломляющего анизотропно поглощающего и оптически изотропного материала, конструкция которых приведена на фиг. 11, и средство для изменения поляризации пучков поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки, секции которой расположены в фокусах указанных объемных линз.

Поляризатор на основе поляризующего средства отражательного типа по изобретению иллюстрируется отдельными примерами конкретного выполнения на фиг. 13 - 21.

На фиг. 13 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора, отличающегося тем, что он выполнен в виде одной пленки или пластины, на первой поверхности которой нанесены система микролинз и секционированное металлическое зеркало, а на второй - поляризующее средство, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла. На фиг. 14 схематично показан общий вид предлагаемого поляризатора по фиг. 13. На фиг. 15 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора, отличающегося тем, что он выполнен в виде одной пленки или пластины, на первой поверхности которой нанесены система микролинз, секционированное металлическое зеркало и четвертьволновая пластинка, а на второй - поляризующее средство, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей. На фиг. 16 и 17 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора, отличающегося тем, что он выполнен в виде одной пленки или пластины, на первой поверхности которой нанесены секционированное металлическое зеркало, а на второй - поляризующее средство и система микролинз. На фиг. 18 и 19 схематично показано поперечное сечение вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде двух ламинированных пленок или пластин, на внешних поверхностях которых нанесены поляризующее средство и две системы микролинз, на внутренних поверхностях - секционированное металлическое зеркало 37. На фиг. 20 и 21 схематично показано

поперечное сечение вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде двух ламинированных пленок или пластин, на внешних поверхностях которых нанесены поляризующее средство и система микропризм, на внутренних поверхностях - секционированное металлическое зеркало 37.

Примеры заявляемых ЖКИ элементов в наиболее типичных конфигурациях показаны на фиг.22-27. На фиг.22 схематически изображена элемент пропускающего типа на основе обычного твист - нематика, на фиг.23 - схематическое изображение ЖКИ элемента пропускающего типа на основе обычного твист - нематика с другим расположением поляризующего слоя и электродов, на фиг.24 - схематическое изображение ЖК индикатора отражающего типа на основе обычного твист-нематика и на фиг.25 - схематическое изображение ЖК индикатора пропускающего типа на основе супертвист - нематика, на фиг. 26 - схематическое изображение ЖК индикатора с эффектом переключения цвета и на фиг. 27 - схематическое изображение матричного цветного ЖК индикатора.

Описание предпочтительных вариантов заявляемого поляризатора и жидкокристаллического индикаторного элемента.

Поляризатор интерференционного типа

На фиг.1 показана схема однослойного поляризатора по изобретению отражательного типа, включающего двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой 1, отличающегося тем, что оба его показателя преломления (необыкновенный n_e и обыкновенный n_o) пропорциональны длине волны поляризуемого света. В простейшем варианте слой 1 граничит с двух сторон с воздухом. В более сложных вариантах на одну его сторону дополнительно нанесено светоотражающее покрытие. Слой 1 может быть нанесен также на подложку, например из прозрачного стекла (показана на фиг.1 пунктиром).

Работу предлагаемого поляризатора отражательного типа можно пояснить следующим образом. Неполаризованный свет состоит из двух линейно-поляризованных компонент 2 и 5, плоскости поляризации которых взаимно перпендикулярны (эти две компоненты условно разнесены на фиг.1 для наглядности и лучшего понимания). Компонента 2, поляризованная параллельно оптической оси двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя 1, частично отражается от границы слоя 1, образуя луч 3. Частичное отражение света от границы раздела слоя 1 и среды происходит за счет скачка (разницы) показателей преломления на этой границе. Для частичного отражения света может быть использовано также дополнительно нанесенное на слой 1 светоотражающее покрытие. Другая часть энергии компоненты 2, проходя через двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой 1, отражается от второй границы слоя 1, и проходит еще раз слой 1,

образуя луч 4. Отраженные лучи 3 и 4 поляризованы так же, как и компонента 2.

Толщина слоя 1 выбирается такой, чтобы оптическая разность хода Δ_e для лучей 3 и 4, соответствующая большему показателю преломления n_e , составляла нечетное число полуволн поляризуемого света, $\Delta_e = \lambda/2 + m\lambda$, где λ - длина волны света, m - порядок интерференции. Если среды с обеих сторон слоя 1 прозрачные (непоглощающие) и имеют показатели преломления меньше, чем показатели преломления слоя 1, то оптическая разность хода $\Delta_e = 2dn_e + \lambda/2$, где d - толщина слоя 1, а величина $\lambda/2$ - скачок фазы при отражении от первой границы как от оптически более плотной среды. В этом случае результатом интерференции лучей 3 и 4 является их взаимное ослабление, и в оптимальном варианте их полное гашение. Полное гашение лучей 3 и 4 достигается, если интенсивности (амплитуды) лучей 3 и 4 одинаковы или близки по величине, что может быть достигнуто оптимальным подбором коэффициентов отражения от границ слоя 1, например, за счет дополнительно нанесенного светоотражающего покрытия. Светоотражающее покрытие может быть выполнено металлическим или диэлектрическим и быть однослойным или многослойным. При выполнении условия пропорциональности необыкновенного показателя преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя 1 длине волны света ($n_e \sim \lambda$) равенство $\Delta_e = 2dn_e + \lambda/2 = \lambda/2 + m\lambda$ выполняется для всего диапазона рабочих длин волн света, что обеспечивает высокие поляризационные характеристики в широкой спектральной области.

Другая линейно-поляризованная компонента 5, которая поляризована перпендикулярно оптической оси двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя 1, частично отражается от первой границы слоя 1, образуя луч 6. Другая часть энергии компоненты 5, проходя через слой 1, отражается от второй границы слоя 1, проходит еще раз слой 1, образуя луч 7. Отраженные лучи 6 и 7 поляризованы так же, как и входящая компонента 5. Результатом интерференции лучей 6 и 7 является их взаимное усиление, т.е. интерференционный максимум, т.к. оптическая разность хода между ними Δ_o , соответствующая обыкновенному (меньшему) показателю преломления n_o , составляет целое число длин волн $\Delta_o = 2dn_o + \lambda/2 = m\lambda$ (скачок фазы $\lambda/2$ при отражении луча 6 от первой границы слоя 1 для этой компоненты также происходит). При выполнении условия пропорциональности обыкновенного показателя преломления анизотропно поглощающего двулучепреломляющего слоя 1 длине волны света ($n_o \sim \lambda$) условие интерференционного максимума $\Delta_o = 2dn_o + \lambda/2 = m\lambda$ также выполняется для всего диапазона длин волн света, что означает устранение спектральной зависимости

поляризационных характеристик поляризатора

Таким образом, в широкой области спектра в результате интерференции суммарное отражение компоненты 2, поляризованной параллельно быстрой оси слоя 1 двулучепреломляющего материала значительно меньше, чем отражение компоненты 5, поляризованной перпендикулярно быстрой оси слоя 1.

Возможна реализация и обратной ситуации, когда в результате интерференции суммарное отражение компоненты 2, поляризованной параллельно оптической оси слоя двулучепреломляющего материала 1 значительно больше, чем отражение компоненты 5, поляризованной перпендикулярно оптической оси слоя 1. Эта ситуация имеет место, когда толщина слоя 1 выбирается такой, чтобы оптическая разность хода Δ_e для лучей 3 и 4, соответствующая необыкновенному (большему) показателю преломления n_e , составляла четное число полуволн поляризуемого света $\Delta_e = m\lambda$. В этом случае результатом интерференции лучей 3 и 4 является интерференционный максимум, т.е. их взаимное усиление. В то же время оптическая разность хода Δ_o для лучей 6 и 7, соответствующая обыкновенному (меньшему) показателю преломления n_o , составляет нечетное число полуволн поляризуемого света $\Delta_o = \lambda/2 + m\lambda$. В этом случае результатом интерференции лучей 6 и 7 является интерференционный минимум, т.е. их взаимное ослабление. Теперь в результате интерференции суммарное отражение компоненты 2, поляризованной параллельно оптической оси слоя 1 двулучепреломляющего материала значительно больше, чем отражение компоненты 5, поляризованной перпендикулярно оптической оси слоя 1 двулучепреломляющего материала.

На фиг.2 схематично представлены зависимости показателя преломления слоев в поляризаторах от длины волны видимого света, т.е. в области 400-700 нанометров. Кривая 8 соответствует поляризатору по прототипу, в котором показатель преломления слоев убывает при увеличении длины волны света. Такая зависимость в оптике называется **нормальной дисперсией** и свойственна прозрачным материалам. Кривая 9 соответствует поляризатору по изобретению, в котором по крайней мере один показатель преломления слоев возрастает при увеличении длины волны света. Такая зависимость в оптике называется **аномальной дисперсией** и для получения такой зависимости поляризатор должен быть специальным образом сконструирован. Эксперименты и расчеты показали, что предпочтительным для этого является поляризатор, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет максимальный показатель поглощения не менее 0,1 в диапазоне рабочих длин волн. Здесь, как и в оптике, показатель поглощения

изготовленного слоя k определяется (см. также ГОСТ 7601-78) как коэффициент при мнимой части в комплексном показателе преломления изготовленного слоя материала $Z = n - ik$. Кривая 10 соответствует предпочтительному варианту поляризатора по изобретению, отличающемуся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света по крайней мере в некотором диапазоне из рабочих длин волн. Прямая пропорциональность показателя преломления длине волны света является более строгим требованием (условием), чем простое возрастание показателя преломления при увеличении длины волны света. Высокие поляризационные характеристики в широкой спектральной области обеспечиваются в поляризаторе, отличающимся тем, что показатель преломления возрастает при увеличении длины волны поляризуемого света как в некотором диапазоне из рабочих длин волн, так и при всех длинах волн.

Следует отметить, что область длин волн, при которой происходит анизотропное поглощение и, следовательно, наблюдается аномальная дисперсия может совпадать, а может не совпадать с рабочим диапазоном длин волн. Для заявляемых поляризаторов интерференционного типа предпочтительным является рабочий диапазон волн, в котором наблюдается аномальная дисперсия, то есть по крайней мере показатель преломления возрастает при увеличении длины волны света.

На фиг.3 показана схема многослойного поляризатора по изобретению, включающего 4 двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоя 1, отличающегося тем, что необыкновенный показатель преломления n_e этих слоев возрастает при увеличении длины волны поляризуемого света. Указанные слои 1 нанесены, чередуясь с четырьмя слоями 11 оптически изотропного материала, причем обыкновенный показатель преломления n_o двулучепреломляющего материала совпадает или близок с показателем преломления n_i оптически изотропного материала. Анизотропно поглощающие двулучепреломляющие слои 1 могут быть выполнены одинаковыми или из разных материалов, отличающихся, например, спектральными диапазонами, в которых необыкновенный показатель преломления n_e возрастает при увеличении длины волны.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом. Неполаризованный свет состоит из двух линейно-поляризованных компонент 2 и 5, плоскости поляризации которых взаимно перпендикулярны (эти две компоненты условно разнесены на фиг.3 для наглядности и лучшего понимания). Компонента 2, поляризованная параллельно оптической оси анизотропно поглощающих

двулучепреломляющих слоев 1, частично отражается от границ слоев 1 и оптически изотропных слоев 11 образуя лучи 3. Отраженные лучи 3 поляризованы так же, как и входящая компонента 2.

Толщина слоев 1 выбирается такой, что результатом интерференции всех лучей 3 является интерференционный максимум, т.е. их взаимное усиление. Коэффициент отражения при этом достигает 98% - 99,9%, что означает, что линейно-поляризованная компонента 2 практически полностью отражается от поляризатора, образуя луч 12. При выполнении условия более строгого, чем просто возрастание, а именно, условия прямой пропорциональности необыкновенного показателя преломления двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев 1 длине волны света ($n_e \sim \lambda$) условие интерференционного максимума выполняется для всего диапазона длин волн света.

Другой компоненте 5 неполяризованного света, линейно поляризованной перпендикулярно оптической оси слоев 1, соответствует обыкновенный показатель преломления n_o слоев 1, равный показателю преломления n_i оптически изотропного слоя ($n_o = n_i$). При этом никакого отражения от границ слоев 1 и 11 нет, и линейно поляризованная компонента 5 проходит через многослойный поляризатор полностью, без каких-либо отражений, образуя луч 13. Отражение компоненты 5 от внешних поверхностей поляризатора может быть устранено обычным способом "просветления", т.е. нанесением на внешние поверхности оптически изотропных слоев с оптической толщиной в четверть длины волны и показателем преломления равным $n_o^{1/2}$.

В результате неполяризованный свет при падении на многослойный поляризатор разделяется на две части и превращается в линейно-поляризованный луч 12, проходящий через поляризатор, и ортогонально поляризованный луч 13, отраженный от поляризатора.

Описанные примеры не ограничивают возможные варианты конкретного выполнения предлагаемого поляризатора.

Таким образом, во всех приведенных примерах обеспечиваются высокие поляризационные характеристики поляризатора в широкой спектральной области, при использовании количества слоев не более 10.

Поляризатор дихроичного типа.

Принцип действия указанного поляризатора основан на том, что неполяризованный свет при прохождении через указанный слой частично поглощается хромофорной системой красителя. При этом проходит только та часть световых волн, в которых

направление колебаний электрической составляющей электромагнитного поля перпендикулярна дипольному моменту оптического перехода (фиг.4).

При нанесении двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя на четвертьволновую двулучепреломляющую пластину или пленку под углом 45° к основной оптической оси подложки может быть изготовлен циркулярный поляризатор (фиг.5, а и б - направление обычного и необычного лучей соответственно, n - направление вектора поляризации поляризующего слоя). Толщина двулучепреломляющей пленки должна удовлетворять следующему условию:

$$d(n_o - n_e) = \lambda/4 + m\lambda/2,$$

где d - толщина полимерной пленки; n_o и n_e - обыкновенный и необыкновенный показатели преломления; λ - длина волны; m - целое число.

Поляризатор на основе поляризующего средства пропускающего типа.

На фиг. 6 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной плёнки 11, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде объёмных линз 15, изготовленных из двулучепреломляющего анизотропно поглощающего материала, и средство для изменения поляризации пучков 18 поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, секции 19 которой расположены в фокусах указанных объёмных линз 15. Средство для изменения поляризации пучков 18 поляризованного света может быть также выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного двулучепреломляющего слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины указанного слоя на угол 90° , секции которого также расположены в фокусах указанных объёмных линз 15.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.6 ход лучей различных поляризаций 17 и 18, а соответственно и их продолжений 13 и 20, показан на соседних элементарных ячейках рассматриваемого поляризатора). Неполаризованный свет 14 падает на первую поверхность поляризатора, с расположенными на ней объёмными линзами 15. Проходя через объёмную линзу 15, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 16 в плоскости рисунка и с обыкновенным показателем преломления равным показателю преломления изотропного материала плёнки 11, линейно-поляризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента 17, прошедшая через линзу 15, не испытывает преломления на границе раздела линзы 15 и плёнки 11, благодаря чему

пучок света 17, продолжая сохранять направление и форму падающего пучка света 14, проходит через вторую границу плёнки 11, образуя параллельный пучок 13 света, поляризованного перпендикулярно рисунку. Секционированная просветная полуволновая двулучепреломляющая пластинка практически не влияет на поляризацию параллельных пучков света 13, т.к. поперечные размеры её секций 19 выбираются много меньше поперечных размеров объёмных линз 15 (например, поперечные размеры секций 19 полуволновой пластинки составляют 10 микрометров, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Проходя через объёмную линзу 15, изготовленную из двулучепреломляющего материала с расположением оптической оси 16 в плоскости рисунка и с необыкновенным показателем преломления, превосходящим показатель преломления изотропного материала плёнки 11, линейнополяризованная в плоскости рисунка компонента 18, прошедшая через линзу 15, фокусируется на второй поверхности плёнки 11, где располагается секция 19 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, которая при прохождении через неё сходящегося пучка света 18 изменяет его поляризацию, формируя расходящийся пучок 20 света, линейно-поляризованного перпендикулярно плоскости рисунка. Такое изменение плоскости поляризации обусловлено известными оптическими свойствами просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки с оптической осью, направленной под углом 45° к плоскости поляризации падающего на неё света. Таким образом, в результате действия поляризатора, энергия неполяризованного света 14 более, чем на 50% превращается в энергию выходящих в высокой степени поляризованных пучков 13 и 20 с одинаковой линейной поляризацией.

На фиг.7 схематично показан общий вид предлагаемого поляризатора, поперечное сечение которого показано на фиг.6. Поляризатор выполнен в виде плёнки или пластины 11, на первой поверхности которой нанесена система цилиндрических микролинз 15, изготовленных из двулучепреломляющего материала, а на второй поверхности плёнки или пластины 11 нанесено средство для изменения поляризации падающего на него линейно-поляризованного пучка света в виде системы полос 19 просветных двулучепреломляющих плёнок, оптически согласованной с указанной системой цилиндрических микролинз 15. На фиг.7 показан также ход пучка 14 падающего на поляризатор неполяризованного света и ход совпадающих по направлению пучков 13 и 20 выходящего из поляризатора света линейно-поляризованного в одной плоскости.

На фиг.8 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде плёнки 11, на поверхности которой

нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде указанных объёмных линз 15, и средство для изменения поляризации пучков 17 поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, секции 21 которой расположены вне фокусов указанных объёмных линз 15. Средство для изменения поляризации пучков 17 поляризованного света может быть также выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного двулучепреломляющего слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины указанного слоя на угол 90° , секции которого также расположены вне фокусов указанных объёмных линз 15.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.8 ход лучей различных поляризаций 17 и 18, а соответственно и их продолжений 22 и 23, показан на соседних элементарных ячейках рассматриваемого поляризатора). Неполяризованный свет 14 падает на первую поверхность поляризатора, с расположенными на ней объёмными линзами 15.

Проходя через объёмную линзу 15, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 16 в плоскости рисунка и с обыкновенным показателем преломления равным показателю преломления изотропного материала плёнки 11, линейнополяризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента 17, прошедшая через линзу 15, не испытывает преломления на границе раздела линзы 15 и плёнки 11, благодаря чему пучок света 17, продолжает сохранять направление и форму падающего пучка света 14. Проходя через вторую границу плёнки 11 с расположенными на ней секциями 21 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, пучок света 17 изменяет свою поляризацию, образуя параллельный пучок 22 света, поляризованного в плоскости рисунка. Такое изменение плоскости поляризации обусловлено известными оптическими свойствами просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки с оптической осью, направленной под углом 45° к плоскости поляризации падающего на нее света. Промежутки между секциями 21 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки практически не влияют на поляризацию параллельных пучков света 46, т.к. поперечные размеры этих промежутков выбираются много меньше поперечных размеров объёмных линз 15 (например, поперечные размеры промежутков между секциями 21 полуволновой пластинки составляют 10 микрометров, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Проходя через объёмную линзу 15, изготовленную из двулучепреломляющего материала, с расположением оптической оси 16 в плоскости рисунка и с

необыкновенным показателем преломления, превосходящим показатель преломления изотропного материала плёнки 11, линейнополяризованная в плоскости рисунка компонента 18, прошедшая через линзу 15, фокусируется на второй поверхности плёнки 11, попадая в промежуток между двумя соседними секциями 21 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки и выходя из поляризатора в виде расходящегося пучка 23 света, поляризованного как и пучок 18 в плоскости рисунка. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 более, чем на 50% превращается в энергию выходящих в высокой степени поляризованных пучков 22 и 23 с одинаковой линейной поляризацией.

На фиг.9 схематично показано поперечное сечение одного из вариантов предлагаемого поляризатора, выполненного в виде плёнки 11, на поверхности которой нанесены: поляризующее средство, выполненное в виде амплитудных зонных пластинок 24, изготовленных из чередующихся слоёв двулучепреломляющего и оптически изотропного материалов, и средство для изменения поляризации пучков 17 и 18 поляризованного света, выполненное в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки с секциями 25 в виде четвертьволновых пластинок, расположенными вне фокусов указанных амплитудных зонных пластинок 24, и с секциями 26 в виде пластинок, задающих разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями 25 в виде четвертьволновых пластинок, расположенными в фокусах указанных амплитудных зонных пластинок 24.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.9 ход лучей различных поляризаций 17 и 18, а соответственно и их продолжений 27 и 28, показан на соседних элементарных ячейках рассматриваемого поляризатора). Неполяризованный свет 14 падает на первую поверхность поляризатора, с расположенными на ней амплитудными зонными пластинками 24. Проходя через амплитудную зонную пластинку 24, изготовленную из чередующихся слоёв двулучепреломляющего анизотропно поглощающего и оптически изотропного материалов с расположением оптической оси 16 указанного двулучепреломляющего материала в плоскости рисунка и с обыкновенным показателем преломления равным показателю преломления указанного изотропного материала, линейнополяризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента 17, прошедшая через зонную пластинку 24, не испытывает отражения от границ раздела чередующихся двулучепреломляющего и изотропного слоёв, благодаря чему пучок света 17, продолжает сохранять направление и

форму падающего пучка света 14. Проходя через вторую границу плёнки 11 с расположенными на ней вне фокуса указанной амплитудной зонной пластинки 24 секциями 25 секционированной просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, пучок 17 света, линейно-поляризованного перпендикулярно плоскости рисунка, изменяет свою поляризацию, образуя параллельный пучок 27 циркулярно поляризованного света. При этом просветная двулучепреломляющая пластинка с секциями 26, расположенными в промежутках между указанными секциями 25 просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, задающая разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями 25 просветной четвертьволновой двулучепреломляющей пластинки, практически не влияет на поляризацию параллельных пучков света 27, т.к. её поперечные размеры выбираются много меньше поперечных размеров амплитудной зонной пластинки 24 (например, поперечные размеры двулучепреломляющей пластинки 26 составляют 10 микрометров, а поперечные размеры амплитудной зонной пластинки - 100-200 микрометров). Проходя через амплитудную зонную пластинку 24, изготовленную из чередующихся слоёв двулучепреломляющего анизотропно поглощающего и оптически изотропного материалов, с расположением оптической оси 16 указанного двулучепреломляющего материала в плоскости рисунка и с необыкновенным показателем преломления, превосходящим показатель преломления указанного изотропного материала, поляризованная в плоскости рисунка линейнополяризованная компонента 18, прошедшая через зонную пластинку 24, фокусируется на второй поверхности плёнки 11, где располагаются секции 26 просветной двулучепреломляющей пластинки, задающие разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой секциями 25 просветной двулучепреломляющей пластинки, являющимися четвертьволновыми пластинками, которые при прохождении через них сходящегося пучка 18 света, линейно-поляризованного в плоскости рисунка, изменяет его поляризацию, формируя расходящийся пучок 28 циркулярно поляризованного света того же знака, что и циркулярно поляризованный свет в пучке 27. Такое изменение плоскости поляризации пучков 17 и 18 обусловлено известными оптическими свойствами соответствующих просветных двулучепреломляющих пластинок с оптической осью, направленной под углом 45° к плоскости поляризации падающего на нее света. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 более, чем на 50% превращается в энергию выходящих в высокой степени поляризованных

пучков 27 и 28 с одинаковой циркулярной поляризацией.

На фиг.10 представлен поперечный разрез одной из возможных конструкций амплитудной зонной пластинки, использованной в варианте предлагаемого поляризатора по фиг.9. В конструкции амплитудной зонной пластинки 24, поперечное сечение которой изображено на фиг.10, используются участки 1 двулучепреломляющего анизотропно поглощающего материала с показателями преломления n_o обыкновенного луча и n_e необыкновенного луча, условно обозначенные оптические оси 16 которых, расположены в плоскости рисунка, находящиеся между слоями оптически изотропного материала 30, 31, и 32 с показателем преломления n_o . Благодаря этому обстоятельству указанная амплитудная зонная пластинка пропускает без изменения геометрии пучка и интенсивности света пучки 5 света, поляризованного перпендикулярно плоскости рисунка, образуя на выходе из указанной амплитудной зонной пластинки параллельный пучок 17 света, линейно-поляризованного перпендикулярно плоскости рисунка, и пропускает пучки 29, задерживая пучки 2, как те, так и другие линейно поляризованные в плоскости рисунка, формируя из лучей 29, вследствие явления дифракции, сходящийся пучок 18, также линейно-поляризованный в плоскости рисунка. Для обеспечения описанного действия указанной амплитудной зонной пластинки должны соблюдаться определённые соотношения между показателями преломления n_e , n_o , длиной волны света λ , толщиной слоя 1, а также между толщинами слоёв 30 и 32, обеспечивающие отсутствие пропускания пучков 2, линейно-поляризованных в плоскости рисунка, зонами указанной амплитудной зонной пластинки с участками 1 слоев из двулучепреломляющего материала вследствие явления интерференции в тонких плёнках. Например, для случая, изображённого на фиг.10 это соотношение имеет вид $2d_2n_e + \lambda/2 = m\lambda$, где m - целое число, называемое порядком интерференции. Таким образом, на выходе из амплитудной зонной пластинки формируются два пучка света параллельный 17 и сходящийся 18, имеющие линейную поляризацию в двух взаимно ортогональных плоскостях.

На фиг.11 представлено поперечное сечение фазовой зонной пластинки, изготовленной из трех слоев, один из которых 11 изотропный и имеет показатель преломления n_1 , другой 1 - двулучепреломляющий анизотропно поглощающий с показателями преломления n_1 вдоль оси 16, лежащей в плоскости рисунка, и $n_2 > n_1$ вдоль оси 33, перпендикулярной плоскости рисунка, а следующий за ним 30 - изотропный, как и первый, но с показателем преломления n_2 . Границы слоев 11 и 1, а также слоев 1 и 30 имеют рельеф, который позволяет им при условии соблюдения указанных соотношений между их показателями преломления выполнять роль массивов

фазовых зонных пластинок, способных по-разному фокусировать лучи, линейно поляризованные во взаимно ортогональных плоскостях. Эти массивы фазовых зонных пластинок 34 и 35 сдвинуты относительно друг друга на половину ширины одной такой фазовой зонной пластинки.

Действие фазовой зонной пластинки, изображенной на фиг. 11, можно пояснить следующим образом. Луч неполяризованного света 14, представляющий собой суперпозицию двух, линейно-поляризованных ортогонально друг другу лучей 2 и 5, прошедший сквозь плоскую поверхность слоя 11, достигнув границы 34 слоев 11 и 1 фазовой зонной пластинки, проходит сквозь нее и разделяется в слое 1 на два луча: луч 18, поляризованный в плоскости рисунка, и луч 17, поляризованный перпендикулярно плоскости рисунка. Причем, благодаря тому, что показатель преломления изотропного слоя 11 и показатель преломления двулучепреломляющего слоя 1 для световой волны, поляризованной вдоль оси 16, одинаковы, луч 2, также поляризованный вдоль оси 16, проходит сквозь фазовую зонную пластинку с границей 34 слоев 11 и 1, преобразуясь в луч 18, направленный также как и луч 2, т.е. идущий перпендикулярно плоскости поляризатора, и имеющий такую же как у него поляризацию. В связи с тем, что показатель преломления изотропного слоя 11 и показатель преломления двулучепреломляющего слоя 1 для световой волны, поляризованной вдоль оси 33 не одинаковы, то луч 5, поляризованный вдоль оси 33, проходит сквозь границу 34 слоев 11 и 1 фазовой зонной пластинки, преобразуясь в луч 17, отклоняющийся от направления распространения луча 5 к фокусу указанной фазовой зонной пластинки. Далее, луч 17, поляризованный перпендикулярно плоскости рисунка, продолжая свое наклонное к плоскости слоев распространение в слое 1, достигает другой фазовой зонной пластинки с границей 35 между слоями 1 и 30 и проходит сквозь нее, преобразуясь в луч 13, поляризованный также как и луч 17 перпендикулярно плоскости рисунка, и распространяющийся в слое 30 без изменения направления, т.е. вдоль направления распространения луча 17, поскольку показатель преломления изотропного слоя 30 и показатель преломления двулучепреломляющего слоя 1 для света, поляризованного вдоль оси 33, перпендикулярной плоскости рисунка, одинаковы. В связи с тем, что показатель преломления изотропного слоя 30 и показатель преломления двулучепреломляющего слоя 1 для световой волны, поляризованной вдоль оси 16 не одинаковы, то луч 18, поляризованный вдоль оси 16, проходит сквозь границу 35 слоев 1 и 30 фазовой зонной пластинки, преобразуясь в луч 22, отклоняющийся от направления распространения луча 18 к фокусу фазовой зонной пластинки с границей 35 между слоями 1 и 30.

На фиг. 12 схематически показано поперечное сечение варианта предлагаемого поляризатора, поляризующее средство которого выполнено в виде массива фазовых зонных пластинок 34 и 35, конструкция которых пояснена на фиг. 11. Лучи 22 и 13, фокусируемые соответственно фазовыми зонными пластинками 35 и 34, собираются в фокусах, располагающихся на выходной поверхности поляризатора, противоположной той, на которую падает неполяризованный свет 14. На выходной поверхности поляризатора располагаются также секции 19 секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки, являющейся средством для изменения поляризации линейно-поляризованных лучей света, с плоскостью поляризации, располагающейся под 45° к направлению оптической оси указанной полуволновой пластинки. Они изменяют поляризацию пучков лучей 22, поляризованных в плоскости рисунка, на ортогональную, преобразуя их в пучки лучей 20. Вследствие действия указанного средства для изменения поляризации лучи 20 и 36, выходящие из поляризатора, оказываются поляризованными одинаково, т.е. в данном случае, перпендикулярно плоскости рисунка. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 более, чем на 50% превращается в энергию выходящих в высокой степени поляризованных пучков 20 и 36, имеющих линейную поляризацию в одной плоскости.

Приведённые на фиг. 6 - 9 и 12 конструкции средств для разделения каждого из неполяризованных световых пучков на два линейно-поляризованных световых пучка, имеющих различные взаимно ортогональные линейные поляризации, и средств для изменения поляризации по крайней мере одного из указанных линейно-поляризованных световых пучков могут сочетаться между собой в других всевозможных вариантах.

Таким образом, использование двулучепреломляющего анизотропно поглощающего материала с по крайней мере одним показателем преломления, возрастающим при увеличении длины волны поляризуемого света, позволяет создать поляризатор, который обеспечивает превращение более, чем на 50% всей энергии неполяризованного излучения в поляризованное излучение при относительно простой конструкции, представляющей собой пленку или пластину с нанесенным на ее поверхность поляризующим средством, в виде фокусирующих оптических элементов, выполненных из указанного двулучепреломляющего слоя и оптически согласованных с нанесенным на поверхность пленки или пластины средством для изменения поляризации, выполненным в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластины или слоя.

Поляризатор на основе поляризующего средства отражающего типа.

На фиг. 13 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора по варианту 1, выполненного в виде одной пленки или пластины 11, на первой поверхности которой нанесены последовательно система микролинз 38 и секционированное металлическое зеркало 37, оптически совмещенное с указанной системой микролинз, а на второй поверхности пленки или пластины нанесено средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг. 13 ход лучей показан упрощенно, без учета преломления на границах разных слоев и только для одной микролинзы). Неполяризованный свет 14 падает на первую поверхность поляризатора и фокусируется микролинзами внутрь поляризатора, образуя световые пучки 41. Секционированное металлическое зеркало 37 практически не экранирует неполяризованный свет 14, т. к. поперечные размеры его светоотражающих элементов выбираются много меньше поперечных размеров микролинз (например, поперечные размеры светоотражающих элементов составляют 10 микрометров, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Сфокусированные микролинзами 38 световые пучки 41 попадают на средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла. При этом приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41 превращается в энергию проходящих световых пучков 27, например, с правой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации проходящих световых пучков противоположно знаку спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41 превращается в энергию отраженных световых пучков 40, в данном примере, с левой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации отраженных световых пучков совпадает со знаком спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Отраженные световые пучки 40 с левой циркулярной поляризацией фокусируются в точку на светоотражающих элементах металлического зеркала 37 (для этого фокусное расстояние или, другими словами, оптическая сила микролинз 38 выбирается соответствующим образом). Отраженные от металлического зеркала 37 световые пучки 28 имеют правую циркулярную поляризацию, т.е. противоположную поляризации световых пучков 40,

падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами металлического зеркала. Световые пучки 28, имеющие правую циркулярную поляризацию, проходят через слой холестерического жидкого кристалла без изменения. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 27 и 28 с одинаковой циркулярной поляризацией высокой степени.

Для расширения диапазона рабочих длин волн поляризатора средство для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, выполненное в виде по крайней мере одного двулучепреломляющего слоя, включает по крайней мере три слоя холестерических жидких кристаллов, имеющих полосы селективного отражения света в трех различных спектральных диапазонах.

В этом же или другом варианте поляризатора с расширенным диапазоном рабочих длин волн по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла имеет по толщине градиент шага холестерической спирали и, в результате, спектральную ширину полосы селективного отражения света не менее 100 нанометров.

Предпочтителен поляризатор, отличающийся тем, что по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла изготовлен из полимерного холестерического жидкого кристалла.

Для превращения без потерь энергии выходящего из поляризатора циркулярно поляризованного света в линейно-поляризованный на выходе поляризатора может быть дополнительно установлена четвертьволновая пластинка.

На фиг. 14 схематично показан общий вид предлагаемого поляризатора, поперечное сечение которого показано на фиг. 13. Поляризатор выполнен в виде одной пленки или пластины 11, на первой поверхности которой нанесены последовательно система микролинз 38 и секционированное металлическое зеркало 37, оптически совмещенное с указанной системой микролинз, а на второй поверхности пленки нанесено средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла. В результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию поляризованных пучков 27 и 28 с одинаковой циркулярной поляризацией.

На фиг. 15 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора по другому варианту, выполненного в виде одной пленки или пластины 11, на первой

поверхности которой нанесены система микролинз 38 и секционированное металлическое зеркало 37, оптически совмещенное с указанной системой микролинз. Перед секционированным металлическим зеркалом 37 помещена четвертьволновая пластинка 25, секционированная, т.е. покрывающая по крайней мере всю поверхность секционированного металлического зеркала 37, как показано на фиг.15, либо несекционированная, т.е. полностью покрывающая первую поверхность поляризатора. На второй поверхности пленки 11 нанесено средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.15 ход лучей показан упрощенно, без учета преломления на границах разных слоев и только для одной микролинзы). Неполяризованный свет 14 падает на первую поверхность поляризатора и фокусируется микролинзами внутри поляризатора, образуя световые пучки 41. Секционированное металлическое зеркало 37 практически не экранирует неполяризованный свет 14, т. к. поперечные размеры его светоотражающих элементов выбираются много меньше поперечных размеров микролинз (например, поперечные размеры светоотражающих элементов составляют 10 микрометров, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Сфокусированные микролинзами 38 световые пучки 41 попадают на средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей. При этом приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41 превращается в энергию проходящих световых пучков 17, например, с линейной поляризацией, перпендикулярной плоскости рисунка. Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41 превращается в энергию отраженных световых пучков 3, в данном примере, с линейной поляризацией, параллельной плоскости рисунка. Отраженные световые пучки 3 с линейной поляризацией, параллельной плоскости рисунка, проходят четвертьволновую пластинку 25 и фокусируются в точку на светоотражающих элементах металлического зеркала 37 (для этого фокусное расстояние или, другими словами, оптическая сила микролинз 38 выбирается соответствующим образом). Отраженные от металлического зеркала 37 и прошедшие вновь через четвертьволновую пластинку 25 световые пучки 13 имеют линейную поляризацию,

перпендикулярную плоскости рисунка, т.е. ортогональную линейной поляризации световых пучков 7, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами комбинации четвертьволновой пластинки и металлического зеркала. Световые пучки 13, имеющие линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, проходят через двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей без изменения. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 17 и 13 с одинаковой линейной поляризацией (в данном примере перпендикулярной плоскости рисунка) высокой степени.

На фиг. 16 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора, выполненного в виде одной пленки или пластины 11, на первой поверхности которой нанесено секционированное металлическое зеркало 37, а на второй поверхности пленки нанесены последовательно система микролинз 38, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала 37, и средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг. 16 ход лучей показан упрощенно, без учета преломления на границах разных слоев и только для одной микролинзы). Неполяризованный свет 14 проходит через пленку 11 и систему микролинз 38, которая преобразует за счет фокусировки входящий неполяризованный свет 14 во множество одинаковых световых пучков. Эти пучки попадают на средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла. Секционированное металлическое зеркало 37 практически не экранирует неполяризованный свет 14, т. к. поперечные размеры его светоотражающих элементов выбираются много меньше поперечных размеров микролинз (например, поперечные размеры светоотражающих элементов составляют 10 микрометров, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрометров). Поэтому, приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков, пройдя поляризующее средство 39, превращается в энергию проходящих световых пучков 27, например, с правой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации проходящих световых пучков противоположно знаку спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Другая пол

световой энергии неполяризованных световых пучков превращается в энергию отраженных световых пучков 40, в данном примере, с левой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации отраженных световых пучков совпадает со знаком спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Отраженные от поляризующего средства 39 и еще раз прошедшие систему микролинз 38 световые пучки 40 с левой циркулярной поляризацией фокусируются в точку на светоотражающих элементах металлического зеркала 37 (для этого фокусное расстояние или, другими словами, оптическая сила микролинз 38 выбирается соответствующим образом). Отраженные от металлического зеркала 37 световые пучки 28 имеют правую циркулярную поляризацию, т.е. противоположную поляризации световых пучков 40, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами металлического зеркала. Световые пучки 28, имеющие правую циркулярную поляризацию, проходят через слой холестерического жидкого кристалла без изменения. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 27 и 28 с одинаковой циркулярной поляризацией высокой степени.

Более предпочтительным является поляризатор по изобретению, отличающийся тем, что по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла имеет по толщине градиент шага холестерической спирали и, в результате, спектральную ширину полосы селективного отражения света не менее 100 нанометров.

На фиг. 17 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора по варианту, выполненного в виде одной пленки или пластины 11, на первой поверхности которой нанесено секционированное металлическое зеркало 37. Перед секционированным металлическим зеркалом 37 нанесена четвертьволновая пластинка 25, секционированная, т.е. покрывающая по крайней мере всю поверхность секционированного металлического зеркала 37, как показано на фиг.17, либо несекционированная, т.е. полностью покрывающая первую поверхность поляризатора. На второй поверхности пленки нанесены последовательно система микролинз 38, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала 37, и средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для

ясности понимания на фиг.17 ход лучей показан упрощенно, без учета преломления на границах различных слоев и только для одной микролинзы). Неполяризованный свет 14 проходит через пленку или пластину 11 и систему микролинз 38, которая преобразует за счет фокусировки входящий неполяризованный свет 14 во множество одинаковых световых пучков. Эти пучки попадают на средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей. Секционированное металлическое зеркало 37 практически не экранирует неполяризованный свет 14, т. к. поперечные размеры его светоотражающих элементов выбираются много меньше поперечных размеров микролинз (например, поперечные размеры светоотражающих элементов составляют 10 микрон, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрон). Поэтому приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков, пройдя поляризующее средство 42, превращается в энергию проходящих световых пучков 17, например, с линейной поляризацией, перпендикулярной плоскости рисунка. Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков превращается в энергию отраженных световых пучков 3, в данном примере, с линейной поляризацией, параллельной плоскости рисунка. Отраженные от поляризующего средства 42 и еще раз прошедшие систему микролинз 38 световые пучки 3 проходят через четвертьволновую пластинку 25 и фокусируются в точку на светоотражающих элементах металлического зеркала 37 (для этого фокусное расстояние или, другими словами, оптическая сила микролинз 38 выбирается соответствующим образом). Прошедшие через четвертьволновую пластинку 25, отраженные от металлического зеркала 37 и прошедшие еще раз через четвертьволновую пластинку 25, световые пучки 13 имеют линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, т.е. ортогональную поляризации световых пучков 3, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами комбинации четвертьволновой пластинки и металлического зеркала. Световые пучки 13, имеющие линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, проходят через двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей без изменения. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 17 и 13 с одинаковой линейной поляризацией (в данном примере перпендикулярной плоскости рисунка) высокой степени.

На фиг. 18 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора по следующему варианту, выполненного в виде двух, например, ламинированных пленок или пластин 11 и 30, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз 38, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало 37, а на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесены последовательно вторая система микролинз 38, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала 37 и с первой системой микролинз, и средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.18 ход лучей показан упрощенно, только для одной микролинзы). Неполяризованный свет 14 проходит через первую систему микролинз 38, которая преобразует входящий неполяризованный свет 14 во множество одинаковых световых пучков 41 и фокусирует их на тех местах внутренней поверхности первой пленки или пластины, которые не покрыты секциями металлического зеркала 37. После прохождения фокуса пучки 41 проходят вторую систему микролинз и попадают на средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла. Приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков, пройдя поляризующее средство 39, превращается в энергию проходящих световых пучков 27, например, с правой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации проходящих световых пучков противоположно знаку спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков превращается в энергию отраженных световых пучков 40, в данном примере, с левой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации отраженных световых пучков совпадает со знаком спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Отраженные от поляризующего средства 39 и еще раз прошедшие вторую систему микролинз 38 световые пучки 40 с левой циркулярной поляризацией имеют параллельные лучи, т.е. пучки 40 фокусируются в бесконечности (для этого фокусное расстояние или, другими словами, оптическая сила второй системы микролинз 38 выбирается соответствующим образом). После отражения от металлического зеркала 37 световые пучки 40 превращаются в световые пучки 28, которые имеют правую

циркулярную поляризацию, т.е. противоположную поляризации световых пучков 40, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами металлического зеркала. Секционированное металлическое зеркало 37 практически полностью отражает пучки 40, т.е. не происходит потерь световой энергии, т. к. поперечные размеры мест, в которых отсутствуют светоотражающие элементы выбираются много меньше поперечных размеров микролинз (например, поперечные размеры этих мест составляют 10 микрон, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрон). Световые пучки 28, имеющие правую циркулярную поляризацию и параллельные лучи, проходят через вторую систему микролинз и слой холестерического жидкого кристалла без изменения состояния поляризации и интенсивности, но превращаются в сходящиеся пучки за счет прохождения через вторую систему микролинз. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 27 и 28 с одинаковой циркулярной поляризацией высокой степени.

На фиг. 19 схематично показано поперечное сечение предлагаемого поляризатора по следующему варианту, выполненного в виде двух, например, ламинированных пленок или пластин 11 и 30. На внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз 38, на внутренней поверхности, например, первой пленки нанесено секционированное металлическое зеркало 37, на которое нанесена четвертьволновая пластинка, покрывающая с необходимостью все секции металлического зеркала 37 и, возможно, для упрощения технологии нанесения и места, не закрытые секциями зеркала 37. На внешней поверхности второй пленки или пластины нанесены последовательно вторая система микролинз 38, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала 37 и с первой системой микролинз, и средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.19 ход лучей показан упрощенно, только для одной микролинзы). Неполяризованный свет 14 проходит систему микролинз 38, которая преобразует входящий неполяризованный свет 14 во множество одинаковых световых пучков 41 и фокусирует их на тех местах внутренней поверхности первой пленки, которые не покрыты секциями металлического зеркала 37. После прохождения фокуса

пучки 41 проходят вторую систему микролинз и попадают на средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей. Приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков, пройдя поляризующее средство 42, превращается в энергию проходящих световых пучков 17, например, с линейной поляризацией, перпендикулярной плоскости рисунка. Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков превращается в энергию отраженных световых пучков 3, в данном примере, с линейной поляризацией, параллельной плоскости рисунка. Прошедшие через четвертьволновую пластинку 25, отраженные от металлического зеркала 37 и прошедшие еще раз через четвертьволновую пластинку 25, световые пучки 13 имеют линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, т.е. ортогональную поляризации световых пучков 3, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами комбинации четвертьволновой пластинки и металлического зеркала. Секционированное металлическое зеркало 37 практически полностью отражает пучки 3, т.е. не происходит потерь световой энергии, т.к. поперечные размеры мест, в которых отсутствуют светоотражающие элементы выбираются много меньше поперечных размеров микролинз (например, поперечные размеры этих мест составляют 10 микрон, а поперечные размеры микролинз - 100-200 микрон). Световые пучки 13, имеющие линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, проходят через двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей без изменения состояния поляризации и интенсивности, но превращаются в сходящиеся пучки за счет прохождения через вторую систему микролинз. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 17 и 13 с одинаковой линейной поляризацией (в данном примере перпендикулярной плоскости рисунка) высокой степени.

На фиг. 20 схематично показано поперечное сечение предлагаемого варианта поляризатора, выполненного в виде двух, например, ламинированных пленок или пластин 11 и 30. На внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм 43, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало 37, оптически совмещенное с системой микропризм 43. На внешней поверхности второй пленки или пластины

нанесено поляризующее средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг.20 ход лучей показан упрощенно). Неполяризованный свет 14 проходит через систему микропризм 43, которая преобразует входящий неполяризованный свет 14 во множество одинаковых световых пучков 41 с параллельными лучами. Пучки 41 отклоняются от перпендикуляра к плоскости пленки левым и правым склоном призм 43 на одинаковые углы вправо и влево, соответственно (в этом варианте показатель преломления материала микропризм выбирается больше показателя преломления материала пленки), и проходят через места в секционированном металлическом зеркале 37, не занятые светоотражающими элементами зеркала 37. Затем неполяризованные пучки 41 попадают на поляризующее средство 39 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла. Приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41, пройдя поляризующее средство 39, превращается в энергию проходящих световых пучков 27, например, с правой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации проходящих световых пучков противоположно знаку спирали используемого холестерического жидкого кристалла). Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41 превращается в энергию отраженных световых пучков 40, в данном примере, с левой циркулярной поляризацией (направление циркулярной поляризации отраженных световых пучков совпадает со знаком спирали используемого холестерического жидкого кристалла). После отражения от металлического зеркала 37 световые пучки 40 превращаются в световые пучки 28, которые имеют правую циркулярную поляризацию, т.е. противоположную поляризации световых пучков 40, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами металлического зеркала. Секционированное металлическое зеркало 37 полностью отражает пучки 40, т.е. не происходит потерь световой энергии, т.к. поперечные размеры светоотражающих элементов выбираются равными и немного больше поперечных размеров пучков 40. Световые пучки 28, имеющие правую циркулярную поляризацию, проходят через слой холестерического жидкого кристалла без изменения состояния поляризации и интенсивности. Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14

практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 27 и 28 с одинаковой циркулярной поляризацией высокой степени.

Система микропризм 43, нанесенная на внешней поверхности первой пленки может быть обращена вершинами микропризм наружу пленки. Микропризмы могут иметь также иную форму, чем треугольная.

На фиг. 21 схематично показано поперечное сечение предлагаемого варианта поляризатора, выполненного в виде двух, например, ламинированных, пленок или пластин 11 и 30. На внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм 43, на внутренней поверхности первой пленки или пластины последовательно нанесены секционированное металлическое зеркало 37, оптически совмещенное с системой микропризм 43, и четвертьволновая пластинка 25, покрывающая с необходимостью все секции металлического зеркала 37 и возможно, для упрощения технологии нанесения, и места, не закрытые секциями зеркала 37. На внешней поверхности второй пленки нанесено поляризующее средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

Работу предлагаемого поляризатора можно пояснить следующим образом (для ясности понимания на фиг. 21 ход лучей показан упрощенно). Неполяризованный свет 14 проходит через систему микропризм 43, которая преобразует входящий неполяризованный свет 14 во множество одинаковых световых пучков 41 с параллельными лучами. Пучки 41 отклоняются от перпендикуляра к плоскости пленки левым и правым склоном призм 43 на одинаковые углы вправо и влево, соответственно, и проходят через места в секционированном металлическом зеркале 37, не занятые светоотражающими элементами зеркала 37. Затем неполяризованные пучки 41 попадают на поляризующее средство 42 для деления неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящий и отраженный световые пучки, включающее по крайней мере один двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей. Приблизительно половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41, пройдя поляризующее средство 42, превращается в энергию проходящих световых пучков 17, например, с линейной поляризацией, перпендикулярной плоскости рисунка. Другая половина световой энергии неполяризованных световых пучков 41 превращается в энергию отраженных световых пучков 3, в данном примере, с линейной поляризацией, параллельной плоскости рисунка.

Прошедшие через четвертьволновую пластинку 25, отраженные от металлического зеркала 37 и прошедшие еще раз через четвертьволновую пластинку 25, световые пучки 13 имеют линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, т.е. ортогональную поляризации световых пучков 3, падающих на металлическое зеркало 37. Такое изменение поляризации обусловлено известными оптическими свойствами комбинации четвертьволновой пластинки и металлического зеркала. Секционированное металлическое зеркало 37 полностью отражает пучки 3, т.е. не происходит потерь световой энергии, т. к. поперечные размеры светоотражающих элементов выбираются равными и немного большее поперечных размеров пучков 3. Световые пучки 13, имеющие линейную поляризацию, перпендикулярную плоскости рисунка, проходят через поляризующее средство 42 без изменения состояния поляризации и интенсивности.

Таким образом, в результате действия поляризатора энергия неполяризованного света 14 практически полностью превращается в энергию выходящих поляризованных пучков 17 и 13 с одинаковой линейной поляризацией высокой степени.

Описанными примерами не ограничиваются другие возможные варианты конкретного выполнения предлагаемого поляризатора.

Примеры заявляемых ЖКИ элементов в наиболее типичных конфигурациях.

Изображенный на фиг.22 ЖК индикатор состоит из двух пластин 44 и 45, которые могут быть изготовлены из стекла, пластика или другого жесткого или гибкого прозрачного материала. На внутренние поверхности этих пластин, обращенные к слою нематического жидкого кристалла 52, нанесены прозрачные электроды 46, 47. Поверх прозрачных электродов нанесены изолирующие пленки 48, 49 из полимера или другого материала, которая сглаживает рельеф и придает всей поверхности пластины однородные свойства. Поляризующие покрытия 50, 51 наносятся на эти пленки и ориентированы осями пропускания на пластинах 44 и 45 взаимно перпендикулярно. При этом поляризующие покрытия сами являются ориентантами для молекул нематического жидкого кристалла.

На фиг.23 показан другой вариант пропускающего ЖК индикатора, в котором на поверхность пластин 44 и 45 вначале нанесены поляризующие покрытия 50, 51, защищенные пленками 48, 49, и потом уже размещены прозрачные электроды 46, 47. Поверх электродов наносятся пленки 53, 54, ориентирующие ЖК нематик. В этой конструкции обеспечивается требуемая для поляризующего покрытия ровность поверхности и его изоляция от слоя жидкого кристалла, что гарантирует непопадание в него ионов или молекул других веществ, которые могут содержаться в поляризующем покрытии.

В отражательном варианте ЖК индикатора (фиг.24) вторая пластина может быть как

из прозрачного, так и непрозрачного материала, например, из кристаллического кремния. На ней формируется светоотражающий слой 55. Отражающий слой может быть получен нанесением на алюминиевое зеркало пленки полимера, содержащего частицы произвольной или определенной формы и размера с показателем преломления, отличным от показателя преломления полимера, нанесением пленки полимера, содержащей взвесь алюминиевой пудры или другого материала, хорошо отражающего свет, или созданием рельефа на поверхности пластины, на который затем наносится отражающий слой 55, например, пленка алюминия. Рельеф можно формировать путем обработки поверхности абразивным материалом, гравирования, тиснения, нанесения полимерной пленки, содержащей частицы определенной формы и размера, или селективного травления через маску поверхности самой пластины или нанесенной на нее пленки полимера или другого материала. Пленка алюминия может одновременно служить сплошным электродом. Вытравливая методами фотолитографии узкую полосу алюминия по заданному контуру шириной 10- 100 мкм, можно получить электроды необходимой конфигурации, например, матрицы прямоугольников для плоских матричных экранов дисплеев, сохраняя общий отражательный фон по всему рабочему полю индикатора. Поляризующее покрытие наносится непосредственно на отражающее покрытие или выравнивающий и изолирующий подслой, который формируют на отражателе.

Если отражающий слой по каким-либо причинам нельзя использовать в качестве электрода или он изготовлен из непроводящего материала, то в этом случае электроды наносят на изолирующий подслой или непосредственно на отражатель. В качестве изолирующего слоя можно использовать полимерную пленку, окись алюминия, окись кремния или другие диэлектрические материалы. При этом поляризующее покрытие может быть нанесено как на отражатель, так и на электроды.

Для цветовой компенсации в пропускающем варианте ЖК индикаторов с сильно закрученным нематиком 52 вводится дополнительный оптически анизотропный слой 1 с заданной оптической толщиной, размещенный на второй пластине (фиг.25). Он может быть расположен непосредственно на поляризующем покрытии 51 или на слоях 49, 47 или 54 (фиг.23), нанесенных на него. Оптически анизотропный слой формируется путем нанесения пленки полимера или ЖК полимера с ориентацией молекул в заданном направлении под действием электромагнитных сил или за счет механического растяжения во время нанесения слоя или после его нанесения. Кроме этого возможно использование фотоанизотропного материала, который позволяет получать анизотропные пленки с определенными разностью оптического хода и направлением

осей эллипсоида двойного лучепреломления путем фотополимеризации материала пленки поляризованным светом [Пат. РФ № 2,013,794 (1994)].

В отражательном варианте ЖК индикатора с супертвист-нематиком могут потребоваться два дополнительных оптически анизотропных слоя, расположенных на обеих пластинах между поляризаторами. Они могут быть нанесены непосредственно на поляризующие покрытия или на слои, нанесенные на них.

Используя методы фотолитографии или печатную технику нанесения красителей и применяя красители разных цветов можно получить поляризующий слой, который имеет области с различной окраской, что расширяет информационные и эргономические возможности индикатора.

Свойство переключателя цвета придает ЖК ячейке и нанесение на одну из пластин ПП нейтрального серого цвета, а на другую - двух ПП 51 и 56 (фиг. 26) непосредственно одно на другое или через разделяющий их непоглощающий слой 11. При этом ПП 51 и 56 имеют разный цвет и взаимно перпендикулярное направление осей поляризации.

Расположение поляризующих элементов внутри ячейки позволяет реализовать и цветной вариант матричного ЖК индикатора (фиг. 27). В одном из вариантов ПП наносится непосредственно на цветную матрицу 57, которая расположена на матрице прозрачных электродов 47 или на подслое 49.

Цветная матрица или рисунок могут быть изготовлены путем напыления через фоторезистивную маску с селективным прокрашиванием слоя полимера соответствующим красителем или нанесением слоя красителя методом трафаретной печати или другими способами печати. Очевидно, что расположение поляризатора и цветной матрицы относительно друг друга не принципиально и определяется технологическими факторами нанесения слоев.

Принцип действия ЖК индикатора с поляризующими элементами, расположенными внутри ячейки рассмотрим на примере пропускающего варианта ЖК индикатора на основе закрученного на 90° нематика (фиг.22). Неполяризованный световой поток падает на индикатор со стороны первой пластины. После прохождения через подложку 44, прозрачный электрод 46 и выравнивающий подслой 48 свет поляризуется при прохождении через поляризующее покрытие 50. Если напряжение на электродах отсутствует, поляризованный свет проходит через слой жидкого кристалла 52, поворачивая свою плоскость поляризации на 90° , и проходит без ослабления через второй поляризующий слой 51, подслой 49, прозрачный электрод 47 и пластину 45. При этом область электродов будет выглядеть светлой. При подаче напряжения на электроды

под действием электрического поля закрученная форма нематика переходит в гомеотропную, в которой оптическая ось нематика ориентируется перпендикулярно плоскости пластин 44 и 45, и он перестает вращать плоскость поляризации проходящего через него света. Это означает, что при прохождении света через слой нематика заданное поляризатором 50 направление плоскости поляризации света не изменится и будет на выходе из нематика 52 перпендикулярно направлению поляризации второго поляризатора 51. При прохождении света через поляризатор 51 свет поглощается и эта область будет на просвет выглядеть темной. В тех областях индикатора, где нет электродов, всегда сохраняется закрученная форма нематика и эти области выглядят всегда светлыми.

Так как при отражении света направление плоско поляризованного света не изменяется, в отражательном типе индикаторов принцип действия сохраняется таким же. Разница заключается только в том, что свет не проходит через подложку 45, а через все оставшиеся элементы проходит два раза.

В случае ЖК индикатора на основе супертвист нематика (фиг.25) свет, плоско поляризованный первым поляризатором 50, проходит через сильно закрученный нематик и преобразуется в эллиптически поляризованный. При этом он приобретает определенную окраску из-за зависимости оптической разницы хода от длины волны. Оптически анизотропный слой компенсирует окраску проходящего через него света так, что на выходе из ячейки он становится неокрашенным или наоборот - позволяет получить нужную окраску за счет соответствующей исходной ориентации осей ПП относительно друг друга и анизотропного слоя и толщины анизотропного слоя. При подаче напряжения на электродные элементы жидкий кристалл преобразуется из закрученного состояния в одноосное и перестает вращать плоскость поляризации света. Поэтому свет проходит через него без изменения направления плоскости поляризации. При прохождении через анизотропный слой свет приобретает круговую или эллиптическую поляризацию и после выхода через второй поляризующий слой имеет окраску, дополнительную к окраске в невключенном состоянии.

Действие переключателя света поясняется на фиг. 26. После прохождения через первый поляризующий слой 50 свет в невключенном режиме проходит через нематик с поворотом плоскости поляризации на 90° и проходит поляризующий слой 56, ось которого ориентирована перпендикулярно оси первого поляризующего покрытия 50 и поглощается вторым слоем дихроичного поляризатора 51, направление оси поляризации которого перпендикулярно оси слоя 56. При включении ячейки направление плоскости

поляризации света при прохождении через ЖК не изменяется и свет поглощается дихроичным поляризатором 56 и окрашивается в другой цвет.

В случае матричного цветного ЖКИ элемента (фиг. 27) свет проходит при невключенном элементе через поляризатор 50, через ЖК, через второй нейтральный поляризатор 51 и селективно поглощается красителем 57. Элемент при этом выглядит окрашенным в соответствующий цвет. При включении элемента свет поляризуется поляризатором 50, проходит без поворота плоскости поляризации через слой ЖК и блокируется поляризатором 51. В результате этот элемент выглядит темным.

По крайней мере одно поляризующее покрытие, используемое в любой из приведенных на фиг. 22 - 27 конструкций ЖК индикаторов, может быть выполнено в виде поляризатора интерференционного типа.

В конструкциях просветных ЖК индикаторов, предполагающих размещение поляризаторов на наружной поверхности прозрачных пластин 44 и 45 (фиг. 22, 23, 25 - 27), возможно использование по крайней мере одного поляризатора, который преобразует более 50% падающего на него неполяризованного света в свет одной линейной поляризации.

Таким образом, использование высокоэффективного поляризатора, содержащего по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, позволяет изготавливать как цветной, так и монохромный ЖКИ элемент, разновидности которого не ограничиваются перечисленными выше вариантами, который отличается повышенной яркостью, цветовой насыщенности, хорошими угловыми характеристиками и отсутствием теней.

Область применения изобретения:

Заявляемый поляризатор может быть использован в осветительной аппаратуре, оптических модуляторах, матричных системах световой модуляции, для защиты ценных видов бумаги, товарных знаков, в производстве поляризационных пленок, стекол, в том числе ламинированных для автомобильной промышленности, строительства, архитектуры, рекламе, а также для производства товаров широкого потребления типа защитных очков, щитков.

Заявляемый жидкокристаллический индикаторный элемент может быть использован в средствах индикаторной техники различного назначения, например, в плоских жидкокристаллических дисплеях, в том числе проекционного типа.

ПЕРЕЧЕНЬ

ссылочных обозначений и наименований элементов к рисункам

- 1- двулучепреломляющий слой
- 2; 29 - линейно-поляризованная в плоскости рисунка компонента падающего света
- 3; 4; 12- линейно-поляризованная в плоскости рисунка компонента отраженного света
- 5 - линейно-поляризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента падающего света
- 6; 7- линейно-поляризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента отраженного света
- 8; 9; 10 - графики зависимости показателя преломления от длины волны света
- 11; 30; 31; 32 - изотропный слой
- 14; 41 - неполяризованный луч (падающий или проходящий)
- 15 - линзы из двулучепреломляющего материала
- 16; 33 - условное обозначение оптической оси двулучепреломляющего слоя
- 17; 13; 20; 36 - линейно-поляризованная перпендикулярно плоскости рисунка компонента проходящего света
- 18; 23; 22 - линейно-поляризованная в плоскости рисунка компонента проходящего света
- 19; 21 - секции полуволновых фазозадерживающих пластинок
- 24 - амплитудная зонная пластинка
- 25; 26 - секции четвертьволновой фазозадерживающей пластинки
- 27; 28 - циркулярно-поляризованный свет проходящий
- 34; 35 - рельефная граница диэлектрических слоев фазовой зонной пластинки
- 37 - металлическое зеркало
- 38 - линзы из изотропного материала
- 39 - слой холестерического ЖК
- 40 - циркулярно поляризованный свет отраженный
- 42 - поляризующее средство для разделения неполяризованного света на проходящую и отраженную линейно-поляризованные составляющие (однослойное или многослойное)
- 43 - микропризмы
- 44; 45 - стенки ЖК-ячейки (подложки)
- 46; 47 - электроды в ЖК-ячейке
- 48; 49 - изолирующие пленки в ЖКИ
- 50; 51; 56 - дихроичный поляризатор в ЖК-ячейке
- 52 - слой нематического ЖК в ЖК-ячейке
- 53; 54 - ориентирующий слой в ЖК-ячейке
- 55 - отражающий слой в ЖК-ячейке
- 57 - цветная матрица в ЖКИ

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. **Поляризатор**, включающий по крайней мере один двулучепреломляющий слой, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий слой является анизотропно поглощающим и имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.
2. **Поляризатор** по п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света.
3. **Поляризатор** по п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света.
4. **Поляризатор** по п.3, отличающийся тем, что толщина по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя удовлетворяет условию получения на выходе поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.
5. **Поляризатор** по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит по крайней мере один оптически изотропный слой, показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя.
6. **Поляризатор** по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит по крайней мере один двулучепреломляющий слой, один показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя, а вторые показатели преломления двулучепреломляющего слоя и двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя отличаются между собой.
7. **Поляризатор** по п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой содержит по крайней мере два фрагмента произвольной формы, которые отличаются цветом и/или направлением оси поляризации.
8. **Поляризатор** по п.7, отличающийся тем, что дополнительно содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, который содержит

по крайней мере два фрагмента произвольной формы, отличающихся цветом и/или направлением оси поляризации.

9. Поляризатор по п.8, отличающийся тем, что между двулучепреломляющими анизотропно поглощающими слоями дополнительно содержит слои из прозрачных бесцветных или окрашенных материалов.

10. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит ориентирующий слой, который сформирован из неорганических материалов и/или из различных полимерных материалов.

11. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит светоотражающий слой.

12. Поляризатор по п.11, отличающийся тем, что светоотражающий слой выполнен металлическим.

13. Поляризатор по п.1, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой сформирован на поверхности подложки.

14. Поляризатор по п.13, отличающийся тем, что в качестве подложки содержит двулучепреломляющую пластину или пленку, причем по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой сформирован под углом 45° к основной оптической оси указанной пластины или пленки.

15. Поляризатор, включающий:

- поляризующее средство для разделения множества неполяризованных световых пучков, составляющих падающий на поляризатор свет, на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков и

- средство для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав названного множества пар различным образом поляризованных световых пучков, причем поляризующее средство выполнено в виде фокусирующих оптических элементов, оптически согласованных со средством для изменения поляризации и содержащих по крайней мере один двулучепреломляющий слой, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий слой является анизотропно поглощающим и имеет по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

16. Поляризатор по п.15, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой выполнен в виде совокупности объемных или фазовых линз.
17. Поляризатор по п.15, отличающийся тем, что фокусирующий оптический элемент выполнен в виде зонной пластинки.
18. Поляризатор по п.17, отличающийся тем, что зонная пластинка выполнена в виде амплитудной зонной пластинки, чётные зоны которой содержат по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем, а нечётные зоны изготовлены из оптически изотропного материала.
19. Поляризатор по п.17, отличающийся тем, что зонная пластинка выполнена в виде фазовой зонной пластинки, по крайней мере один показатель преломления которой меняется вдоль по крайней мере одного из направлений по определённому закону, в том числе немонотонным образом.
20. Поляризатор по п.15, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации содержит секционированный просветный двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.
21. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки или слоя с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.
22. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки с секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными вне фокусов фокусирующих оптических элементов, и с секциями в виде пластинок, задающих разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными в фокусах фокусирующих оптических элементов.
23. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного планарного слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины

указанного слоя на угол 90° с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

24. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной ахроматичной двулучепреломляющей пластины.

25. Поляризатор, включающий средство для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков, поляризующее средство для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящие и отраженные световые пучки, имеющие разные поляризации и средство для изменения поляризации и направления отраженных от поляризующего средства световых пучков, отличающийся тем, что он выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, на которую нанесены названные средства, при этом поляризующее средство содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей или двулучепреломляющий слой с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону.

26. Поляризатор по п.25, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации и направления отраженных световых пучков содержит секционированное металлическое зеркало.

27. Поляризатор по любому из пунктов 25-26, отличающийся тем, что поляризующее средство включает по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей, а перед секционированным металлическим зеркалом содержит четвертьволновую пластинку.

28. Поляризатор по любому из пунктов 25-26, отличающийся тем, что в качестве по крайней мере одного двулучепреломляющего слоя с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону, содержит по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

29. Поляризатор по п.28, отличающийся тем, что по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла изготовлен из полимерного холестерического жидкого кристалла.

30. **Поляризатор** по п.28, отличающийся тем, что по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла имеет по толщине градиент шага холестерической спирали и, в результате, спектральную ширину полосы селективного отражения света не менее 100 нанометров.

31. **Поляризатор** по п.28, отличающийся тем, что содержит по крайней мере три слоя холестерических жидких кристаллов, имеющих полосы селективного отражения света в трех различных спектральных диапазонах.

32. **Поляризатор** по любому из пунктов 25-26, отличающийся тем, что средство для преобразования входящего неполяризованного света выполнено в виде системы микролинз или микропризм, фокусирующих выходящие из них световые пучки внутрь поляризатора.

33. **Поляризатор** по п.32, отличающийся тем, что система микролинз выполнена в виде положительных цилиндрических микролинз, полностью покрывающих поверхность поляризатора.

34. **Поляризатор** по п.26, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины он содержит систему микролинз и секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с названной системой микролинз, а на второй поверхности пленки или пластины - по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

35. **Поляризатор** по п.26, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины он содержит систему микролинз, секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с названной системой микролинз, и четвертьволновую пластинку, а на второй поверхности он содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

36. **Поляризатор** по п.26, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины он содержит секционированное металлическое зеркало, а на второй поверхности пленки или пластины нанесены последовательно система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала, и по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

37. **Поляризатор** по п.26, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины он содержит секционированное металлическое зеркало и четвертьволновую пластинку, а на второй поверхности пленки или пластины нанесены последовательно система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала, и по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или

двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

38. Поляризатор по п.26, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало, а на внешней поверхности второй пленки или пластины дополнительно нанесены вторая система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала и с первой системой микролинз, и по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

39. Поляризатор по п.26, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз, на внутренней поверхности, первой или второй пленки или пластины нанесены секционированное металлическое зеркало и четвертьволновая пластинка, на внешней поверхности второй пленки или пластины дополнительно нанесены вторая система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала и с первой системой микролинз, и по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

40. Поляризатор по п.26, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с системой микропризм, на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесен по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

41. Поляризатор по п.26, отличающийся тем, что он содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм, на внутренней поверхности первой пленки или пластины последовательно нанесены секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с системой микропризм, и четвертьволновая пластинка, на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесен по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

42. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, 25, 35, 37, 39, 41, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет по

крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света.

43. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, 25, 35, 37, 39, 41, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно-поляризованной компоненты света

44. Поляризатор по п.43, отличающийся тем, что толщина по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя удовлетворяет условию получения на выходе поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.

45. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, 27, 35, 37, 39, 41 отличающийся тем, что поляризующее средство содержит по крайней мере два слоя по крайней мере один из которых двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, а другой слой оптически изотропный, показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя.

45. Поляризатор по любому из пунктов 15-20, 27, 35, 37, 39, 41 отличающийся тем, что поляризующее средство содержит по крайней мере два двулучепреломляющих слоя по крайней мере один из которых является анизотропно поглощающим, один показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя, а вторые показатели преломления двулучепреломляющего слоя и двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя отличаются между собой.

46. Поляризатор по любому из пунктов 1-20, 25-26, 35, 37, 39, 41, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой сформирован:

- из по крайней мере одной органической соли дихроичного анионного красителя общей формулы: {Хромоген}-(XO⁻M⁺)_n, где Хромоген - хромофорная система красителя; X = CO, SO₂, OSO₂, OPO(O⁻M⁺); M = RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R^N; RR'R''R^P при: R, R', R'', R^N = CH₃, ClC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, замещенный фенил или гетероарил; YH-(CH₂-CH₂Y)_m-CH₂CH₂, Y = O или NH, m=0-5; N-алкилпиридиний катион, N-алкилхинолиний катион, N-алкилимидазолиний катион, N-алкилтиазолиний катион и т.п.; n = 1-7;

- или из по крайней мере одной несимметричной смешанной соли дихроичного анионного красителя с разными катионами общей формулы:

$(M_1^+O^+X'^-)_m [M_1^+O^+X'^-(CH_2)_p-Z]_g \{Хромоген\} [-Z-(CH_2)_p-XO^+M^+]_f (-XO^+M^+)_n$, где:

Хр mogen - хромофорная система красителя; $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$; $p = 1 - 10$; $f = 0-9$; $g = 0-9$; $n = 0-9$; $m = 0-9$; $n + f = 1-10$; $m + g = 1-10$; $X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M^+)$; $M \neq M_1, M, M_1 = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2; RR'R''NH; RR'R''R^*N; RR'R''R^*P$ где $R, R', R'', R^* =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5, C_3H_7, C_4H_9, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N -алкилпиридиния, N -алкилхинолиния, N -алкилимидазолиния, N -алкилтиазолиния и т.п.;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного анионного красителя с поверхностно-активным катионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы:

$(M^+O^+X'^-)_m [M^+O^+X'^-(CH_2)_p-Z]_g \{Хромоген\} [-Z-(CH_2)_p-XO^+ПАВ]_f (XO^+ПАВ)_n$, где:

Хромоген - хромофорная система красителя; $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$; $p = 1 - 10$; $f = 0-4$; $g = 0-9$; $n = 0-4$; $m = 0-9$; $n + f = 1-4$; $m + g = 0-9$; $X, X' = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M^+)$; $M = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2; RR'R''NH; RR'R''R^*N; RR'R''R^*P$ где $R, R', R'', R^* =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N -алкилпиридиния, N -алкилхинолиния, N -алкилимидазолиния, N -алкилтиазолиния и т.п.; $K^+ПАВ^+$; $ПАВ = K^+ПАВ^+, K^+ПАВ^+, АмПАВ$, где: $K^+ПАВ^+$ и $K^+ПАВ^+$ - поверхностно-активные катионы, $АмПАВ$ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного катионного красителя с поверхностно-активным анионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы: $(M^+O^+X^-)_m [M^+O^+X'^-(CH_2)_p-Z]_g \{Хромоген\} ПАВ$ где: **Хромоген** - хромофорная система красителя; $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$; $p = 1 - 10$; $g = 0 - 1$; $m = 0 - 1$; $m + g = 1$; $X = CO, SO_2, OSO_2, PO(O^+M^+)$; $M = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2; RR'R''NH; RR'R''R^*N; RR'R''R^*P$ где $R, R', R'', R^* =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2-$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$;

гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; КПАВ⁺ (поверхностно активный катион); ПАВ = АПАВ⁻, АмПАВ, где: АПАВ⁻ - поверхностно-активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного катионного красителя с поверхностно-активным анионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы: {Хромоген}-[Z-(CH₂)_p - X⁺ RR'R" ПАВ]_n где: Хромоген - хромофорная система красителя; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂; p = 1-10; X = N, P; R, R', R" = алкил или замещенный алкил, типа CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇; ПАВ = АПАВ⁻, АмПАВ, где: АПАВ⁻ - поверхностно активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество; n = 1-4;

- или из по крайней мере одного нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащего ионногенные или гидрофильные группы;

- или из по крайней мере одного низкомолекулярного термотропного жидкокристаллического вещества, представляющего собой дихроичный краситель или содержащий в качестве компоненты жидкокристаллический и/или нежидкокристаллический дихроичный краситель, застеклованного тем или иным способом, например, последующим после нанесения слоя отверждением ультрафиолетовым излучением;

- или из по крайней мере одного нежидкокристаллического полимерного материала с регулируемой степенью гидрофильности, окрашенного дихроичным красителем и/или соединениями иода;

- или из по крайней мере одного полимерного термотропного жидкокристаллического и/или нежидкокристаллического вещества, содержащего растворенные в массе и/или химически связанные с полимерной цепью дихроичные красители;

- или из по крайней мере одного дихроичного красителя, способного к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы;

- или из по крайней мере одного дихроичного красителя полимерного строения;

- или из по крайней мере одного водорастворимого органического красителя, способного к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы, общей формулы:

{Хромоген} (SO₃M)_n, где: Хромоген - хромофорная система красителя; M - H⁺, неорганический катион;

- или из их смесей.

47. Поляризатор по п.46, отличающийся тем, что по крайней мере один дихроичный краситель или пигмент выбран из ряда красителей, способных к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы или из ряда красителей, способных к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы; или из ряда люминесцентных красителей; или из класса прямых красителей; или из класса активных красителей; или из класса кислотных красителей; или из ряда сульфокислот полициклических красителей; или из разряда полиметиновых, цианиновых, гемицианиновых красителей; или из разряда арилкарбониевых красителей; или из разряда гетероциклических производных ди- и триарилметанов, или тиопираниновых, пирониновых, акридиновых, оксазиновых, тиазиновых, ксантеновых, азиновых красителей; или из ряда кубовых красителей; или из ряда дисперсных красителей; или из ряда антрахиноновых красителей; или из ряда индигоидных красителей; или из ряда моно- или полиазосоединений; или из ряда периноновых красителей; или из ряда полициклических соединений; или из ряда гетероциклических производных антрона; или из ряда металлокомплексных соединений; или из ряда ароматических гетероциклических соединений или из их смесей.

48. Поляризатор по любому из пунктов 1-20, 25-26, 35, 37, 39, 41, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой дополнительно содержит модификатор, в качестве которого используют гидрофильные или гидрофобные полимеры различного типа, включая жидкокристаллические, кремнийорганические; и/или пластификаторы и лаки, включая кремнийорганические, и/или неионогенные поверхностно-активные вещества.

49. Жидкокристаллический индикаторный элемент, содержащий слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами по крайней мере на одной из которых расположены электроды и поляризатор, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

50. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.49, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора выполнен в виде элементов, различающихся величиной фазовой задержки и/или направлением оси поляризации.

51. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.49, отличающийся тем, что один поляризатор содержит по крайней мере два двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев разного цвета с взаимно перпендикулярным направлением осей поляризации, нанесенных один на другой или на разделяющий их по крайней мере один промежуточный слой, а на другой пластине поляризатор содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой серого цвета с направлением оси поляризации, совпадающим с направлением оси поляризации одного из двулучепреломляющих анизотропно поглощающих слоев на первой пластине.

52. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 49-51, отличающийся тем, что на одной пластине дополнительно содержит диффузно отражающий слой, который является одновременно электродом, а по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой расположен непосредственно на отражающем слое или на диэлектрическом подслое, нанесенном на отражающий слой.

53. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 49-51, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора имеет по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света.

54. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 49-51, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора имеет толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно поляризованной компоненты света.

55. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.54, отличающийся тем, что толщина по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя по крайней мере одного поляризатора удовлетворяет условию получения на выходе поляризатора интерференционного минимума для одной линейно поляризованной компоненты света и интерференционного максимума для другой ортогональной линейно-поляризованной компоненты света.

56. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.54, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере два слоя по крайней мере один из которых двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, а другой слой оптически изотропный, показатель преломлений которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя.

57. Жидк кристаллический индикаторный элемент по п.54, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере два различных двулучепреломляющих слоя, по крайней мере один из которых является анизотропно поглощающим, один показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя, а вторые показатели преломления двулучепреломляющего слоя и двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя отличаются между собой.

58. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.54, отличающийся тем, что поляризатор дополнительно содержит по крайней мере один слой по крайней мере частично отражающий свет.

59. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.58, отличающийся тем, что светоотражающий слой выполнен металлическим.

60. Жидкокристаллический индикаторный элемент, содержащий слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами, по крайней мере на одной из которых расположены электроды и поляризатор, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит

- поляризующее средство для разделения множества неполяризованных световых пучков, падающего на поляризатор света на такое же множество одинаковых пар различным образом поляризованных световых пучков, выполненное в виде фокусирующих оптических элементов, каждый из которых содержит из по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем; при этом указанное поляризующее средство оптически согласовано со средством для изменения поляризации по крайней мере одного множества одинаково поляризованных световых пучков, входящих в состав указанного множества пар различным образом поляризованных световых пучков.

61. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.60, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой выполнен в виде совокупности объемных или фазовых линз.

62. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.60, отличающийся тем, что фокусирующий оптический элемент выполнен в виде зонной пластинки.

63. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.62, отличающийся тем, что зонная пластинка выполнена в виде амплитудной зонной пластинки, чётные зоны

которой содержат по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, граничащий с по крайней мере одним оптически изотропным слоем, а нечётные зоны изготовлены из оптически изотропного материала.

64. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.62, отличающийся тем, что зонная пластинка выполнена в виде фазовой зонной пластинки, по крайней мере один показатель преломления которой меняется вдоль по крайней мере одного из направлений по определенному закону, в том числе немонотонным образом.

65. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.60, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации содержит секционированный просветный двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света.

66. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной полуволновой двулучепреломляющей пластинки или слоя с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

67. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной двулучепреломляющей пластинки с секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными вне фокусов фокусирующих оптических элементов, и с секциями в виде пластинок, задающих разность фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, отличающуюся на π от разности фаз, задаваемой указанными секциями в виде четвертьволновых пластинок, расположенными в фокусах фокусирующих оптических элементов.

68. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированного просветного заполимеризованного планарного слоя жидкого кристалла, имеющего твистовую структуру, с поворотом оптической оси жидкого кристалла в пределах толщины указанного слоя на угол 90° с секциями, расположенными в фокусах или вне фокусов фокусирующих оптических элементов.

69. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации выполнено в виде секционированной просветной ахроматичной двулучепреломляющей пластины.

70. Жидкокристаллический индикаторный элемент, содержащий слой жидкого кристалла, размещенный между первой и второй пластинами, по крайней мере на одной из которых расположены электроды и поляризатор, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор выполнен в виде по крайней мере одной пленки или пластины, на которую нанесены средство для преобразования входящего неполяризованного света во множество одинаковых световых пучков, поляризующее средство для разделения неполяризованных световых пучков на поляризованные проходящие и отраженные световые пучки, имеющие разные поляризации, содержащее по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, имеющий по крайней мере один показатель преломления, возрастающий при увеличении длины волны поляризуемого света, или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей или двулучепреломляющий слой с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону, и средства для изменения поляризации и направления отраженных от поляризующего средства световых пучков.

71. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.70, отличающийся тем, что средство для изменения поляризации и направления отраженных световых пучков, содержит секционированное металлическое зеркало.

72. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 70-71, отличающийся тем, что поляризующее средство включает по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей, а перед секционированным металлическим зеркалом содержит четвертьволновую пластинку.

73. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 70-71, отличающийся тем, что в качестве по крайней мере одного двулучепреломляющего слоя с направлениями оптических осей, меняющимися по толщине слоя по определенному закону, поляризующее средство содержит по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

74. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.73, отличающийся тем, что по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла изготовлен из полимерного холестерического жидкого кристалла.

75. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 73-74, отличающийся тем, что по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла

имеет по толщине градиент шага холестерической спирали и, в результате, спектральную ширину полосы селективного отражения света не менее 100 нанометров.

76. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.73, отличающийся тем, что содержит по крайней мере три слоя холестерических жидких кристаллов, имеющих полосы селективного отражения света в трех различных спектральных диапазонах.

77. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 70-71, отличающийся тем, что средство для преобразования входящего неполяризованного света выполнено в виде системы микролинз или микропризм, фокусирующих выходящие из них световые пучки внутрь поляризатора.

78. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.77, отличающийся тем, что система микролинз выполнена в виде положительных цилиндрических микролинз, полностью покрывающих поверхность поляризатора.

79. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины поляризатор содержит систему микролинз и секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с названной системой микролинз, а на второй поверхности пленки или пластины - по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

80. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины поляризатор содержит систему микролинз, секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с названной системой микролинз, и четвертьволновую пластинку, а на второй поверхности поляризатор содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

81. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины поляризатор содержит секционированное металлическое зеркало, а на второй поверхности пленки или пластины нанесены последовательно система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала, и по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

82. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что на первой поверхности пленки или пластины поляризатор содержит секционированное металлическое зеркало и четвертьволновую пластинку, а на второй поверхности пленки или пластины нанесены последовательно система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала, и по крайней мере один двулучепреломляющий

анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

83. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что поляризатор содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало, а на внешней поверхности второй пленки или пластины дополнительно нанесены вторая система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала и с первой системой микролинз, и по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

84. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что поляризатор содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена первая система микролинз, на внутренней поверхности, первой или второй пленки или пластины нанесены секционированное металлическое зеркало и четвертьволновая пластинка, на внешней поверхности второй пленки или пластины дополнительно нанесены вторая система микролинз, оптически совмещенная с секциями металлического зеркала и с первой системой микролинз, и по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

85. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что поляризатор содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм, на внутренней поверхности первой или второй пленки или пластины нанесено секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с системой микропризм, на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесен по крайней мере один слой холестерического жидкого кристалла.

86. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.71, отличающийся тем, что поляризатор содержит по крайней мере две ламинированные пленки или пластины, на внешней поверхности первой пленки или пластины нанесена система микропризм, на внутренней поверхности первой пленки или пластины последовательно нанесены секционированное металлическое зеркало, оптически совмещенное с системой микропризм, и четвертьволновая пластинка, на внешней поверхности второй пленки или пластины нанесен по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно

поглощающий слой или двулучепреломляющий слой с постоянными по толщине слоя направлениями оптических осей.

87. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой имеет по крайней мере один показатель преломления, прямо пропорциональный длине волны поляризуемого света.

88. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора имеет толщину, при которой реализуется интерференционный экстремум на выходе поляризатора по крайней мере для одной линейно поляризованной компоненты света

89. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.88, отличающийся тем, что толщина по крайней мере одного двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя удовлетворяет условию получения на выходе поляризатора интерференционного минимума для одной линейно-поляризованной компоненты света и интерференционного максимума для другой ортогональной линейно поляризованной компоненты света.

90. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере два слоя по крайней мере один из которых двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой, а другой слой оптически изотропный, показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя.

91. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один поляризатор содержит по крайней мере два двулучепреломляющих слоя по крайней мере один из которых является анизотропно поглощающим, один показатель преломления которого совпадает или максимально близок с одним из показателей двулучепреломляющего слоя, а вторые показатели преломления двулучепреломляющего слоя и двулучепреломляющего анизотропно поглощающего слоя отличаются между собой.

92. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 49-51, 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один из поляризаторов дополнительно содержит ориентирующий слой, который сформирован из неорганических материалов или основе полимерных материалов.

93. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 49-51, 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора сформирован:

- из по крайней мере одной органической соли дихроичного анионного красителя общей формулы: {Хромоген}-(XO⁻M⁺)_n, где Хромоген - хромофорная система красителя; X = CO, SO₂, OSO₂, OPO(O⁻M⁺); M = RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R[^]N; RR'R''R[^]P при: R, R', R'', R[^] = CH₃, ClC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, замещенный фенил или гетероарил; YH-(CH₂-CH₂Y)_m-CH₂CH₂, Y = O или NH, m=0-5; N-алкилпиридиний катион, N-алкилхинолиний катион, N-алкилимидазолиний катион, N-алкилтиазолиний катион и т.п.; n = 1-7;

- или из по крайней мере одной несимметричной смешанной соли дихроичного анионного красителя с разными катионами общей формулы:

(M₁⁺O⁻X'-)_m [M₁⁺O⁻X'-(CH₂)_p-Z]_g {Хромоген} [-Z-(CH₂)_p-XO⁻M⁺]_f (-XO⁻M⁺)_n, где:

Хромоген - хромофорная система красителя; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂;

p = 1 - 10; f = 0-9; g = 0-9; n = 0-9, m = 0-9, n + f = 1-10; m + g = 1-10; X, X' = CO, SO₂,

OSO₂, PO(O⁻M⁺); M ≠ M₁, M, M₁ = H; неорганический катион типа NH₄, Li, Na, K, Cs,

Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co и т.п.; органический катион типа RNH₃, RR'NH₂; RR'R''NH;

RR'R''R^{*}N; RR'R''R^{*}P где R, R', R'', R^{*} = алкил или замещенный алкил, типа CH₃, ClC₂H₄,

HOCH₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, замещенный фенил или гетероарил, YH-(CH₂-

CH₂Y)_k-CH₂CH₂-, Y = O или NH, k=0-10; гетероароматический катион типа N-

алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного анионного красителя с поверхностно-активным катионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы:

(M⁺O⁻X'-)_m [M⁺O⁻X'-(CH₂)_p-Z]_g {Хромоген} [-Z-(CH₂)_p-XO⁻ПАВ]_f (XO⁻ПАВ)_n, где:

Хромоген - хромофорная система красителя; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂;

p = 1 - 10; f = 0-4; g = 0-9; n = 0-4, m = 0-9, n + f = 1-4; m + g = 0-9; X, X' = CO, SO₂, OSO₂,

PO(O⁻M⁺); M = H; неорганический катион типа NH₄, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co

и т.п.; органический катион типа RNH₃, RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R^{*}N; RR'R''R^{*}P где R,

R', R'', R^{*} = алкил или замещенный алкил, типа CH₃, ClC₂H₄, HOCH₂H₄, C₂H₅ - C₁₀H₂₁,

C₆H₅CH₂, замещенный фенил или гетероарил, YH-(CH₂-CH₂Y)_k-CH₂CH₂-, Y = O или NH,

k=0-10; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-

алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; K⁺ПАВ⁻; ПАВ = KПАВ⁻, K⁺ПАВ⁻,

АмПАВ, где: КПАВ⁺ и К'ПАВ⁺ - поверхностно-активные катионы, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного катионного красителя с поверхностно-активным анионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы: $(M^+O^-X^-)_m [M^+O^-X'-(CH_2)_p-Z-]_g \{Хромоген^+\} ПАВ$ где: Хромоген - хромофорная система красителя; $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$; $p = 1 - 10$; $g = 0 - 1$; $m = 0 - 1$; $m + g = 1$; $X = CO, SO_2, OSO_2, PO(OM^+)$; $M = H$; неорганический катион типа $NH_4, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co$ и т.п.; органический катион типа $RNH_3, RR'NH_2, RR'R''NH, RR'R''R^+N, RR'R''R^+P$ где $R, R', R'', R^+ =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5 - C_{10}H_{21}, C_6H_5CH_2$, замещенный фенил или гетероарил, $YH-(CH_2-CH_2Y)_k-CH_2CH_2$, $Y = O$ или NH , $k=0-10$; гетероароматический катион типа N-алкилпиридиния, N-алкилхинолиния, N-алкилимидазолиния, N-алкилтиазолиния и т.п.; КПАВ⁺ (поверхностно активный катион); ПАВ = АПАВ⁻, АмПАВ, где: АПАВ⁻ - поверхностно-активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество;

- или из по крайней мере одного ассоциата дихроичного катионного красителя с поверхностно-активным анионом и/или амфотерным поверхностно-активным веществом общей формулы: $\{Хромоген\}-[Z-(CH_2)_p - X^+ RR'R'' ПАВ]_n$ где: Хромоген - хромофорная система красителя; $Z = SO_2NH, SO_2, CONH, CO, O, S, NH, CH_2$; $p = 1-10$; $X = N, P$; $R, R', R'' =$ алкил или замещенный алкил, типа $CH_3, ClC_2H_4, HOC_2H_4, C_2H_5, C_3H_7$; ПАВ = АПАВ⁻, АмПАВ, где: АПАВ⁻ - поверхностно активный анион, АмПАВ - амфотерное поверхностно-активное вещество; $n = 1-4$;

- или из по крайней мере одного нерастворимого в воде дихроичного красителя и/или пигмента, не содержащего ионногенные или гидрофильные группы;

- или из по крайней мере одного низкомолекулярного термотропного жидкокристаллического вещества, представляющего собой дихроичный краситель или содержащий в качестве компоненты жидкокристаллический и/или нежидкокристаллический дихроичный краситель, застеклованного тем или иным способом, например, последующим после нанесения слоя отверждением ультрафиолетовым излучением;

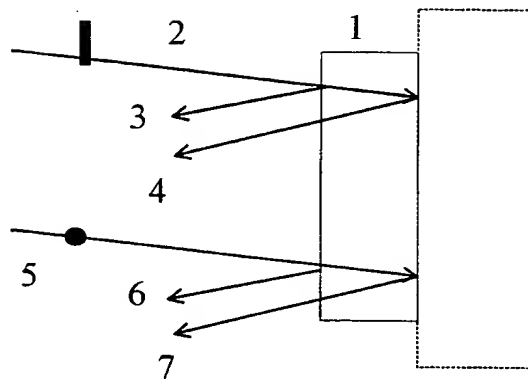
- или из по крайней мере одного нежидкокристаллического полимерного материала с регулируемой степенью гидрофильности, окрашенного дихроичным красителем и/или соединениями иода;

- или из по крайней мере одного полимерного термотропного жидкокристаллического и/или нежидкокристаллического вещества, содержащего растворенные в массе и/или химически связанные с полимерной цепью дихроичные красители;
- или из по крайней мере одного дихроичного красителя, способного к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы;
- или из по крайней мере одного дихроичного красителя полимерного строения;
- или из по крайней мере одного водорастворимого органического красителя, способного к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы, общей формулы:
 $\{\text{Хромоген}\} (\text{SO}_3\text{M})_n$, где: Хромоген - хромофорная система красителя; М - H^+ , неорганический катион;
- или из их смесей.

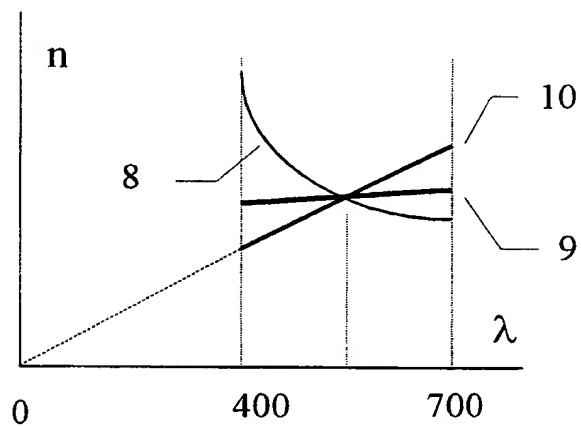
94. Жидкокристаллический индикаторный элемент по п.93, отличающийся тем, что по крайней мере один дихроичный краситель или пигмент выбран из ряда красителей, способных к образованию лиотропной жидкокристаллической фазы или из ряда красителей, способных к образованию стабильной лиотропной жидкокристаллической фазы; или из ряда люминесцентных красителей; или из класса прямых красителей; или из класса активных красителей; или из класса кислотных красителей; или из ряда сульфокислот полициклических красителей; или из разряда полиметиновых, цианиновых, гемицианиновых красителей; или из разряда арилкарбониевых красителей; или из разряда гетероциклических производных ди- и триарилметанов, или тиопираниновых, пирониновых, акридиновых, оксазиновых, тиазиновых, ксантеновых, азиновых красителей; или из ряда кубовых красителей; или из ряда дисперсных красителей; или из ряда антрахиноновых красителей; или из ряда индигоидных красителей; или из ряда моно- или полиазосоединений; или из ряда периноновых красителей; или из ряда полициклических соединений; или из ряда гетероциклических производных антрона; или из ряда металлокомплексных соединений; или из ряда ароматических гетероциклических соединений или из их смесей.

95. Жидкокристаллический индикаторный элемент по любому из пунктов 49-51, 60-65, 70, 71, 80, 82, 84, 86, отличающийся тем, что по крайней мере один двулучепреломляющий анизотропно поглощающий слой по крайней мере одного поляризатора дополнительно содержит модификатор, в качестве которого используют гидрофильные или гидрофобные полимеры различного типа, включая жидкокристаллические, кремнийорганические; и/или пластификаторы и лаки, включая кремнийорганические, и/или неионогенные поверхностно-активные вещества.

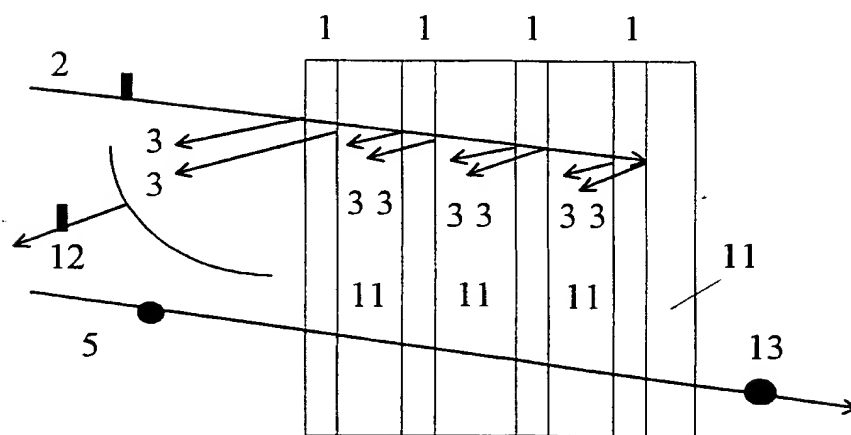
1/9



Фиг. 1

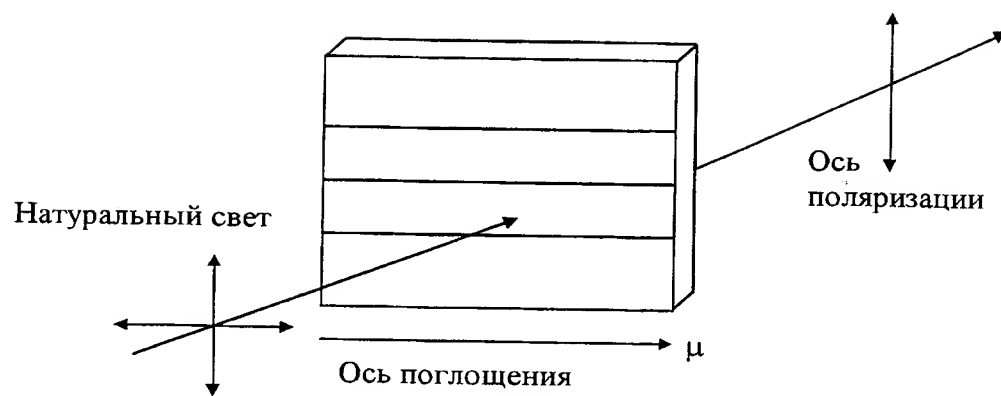


Фиг. 2



Фиг. 3

2/9

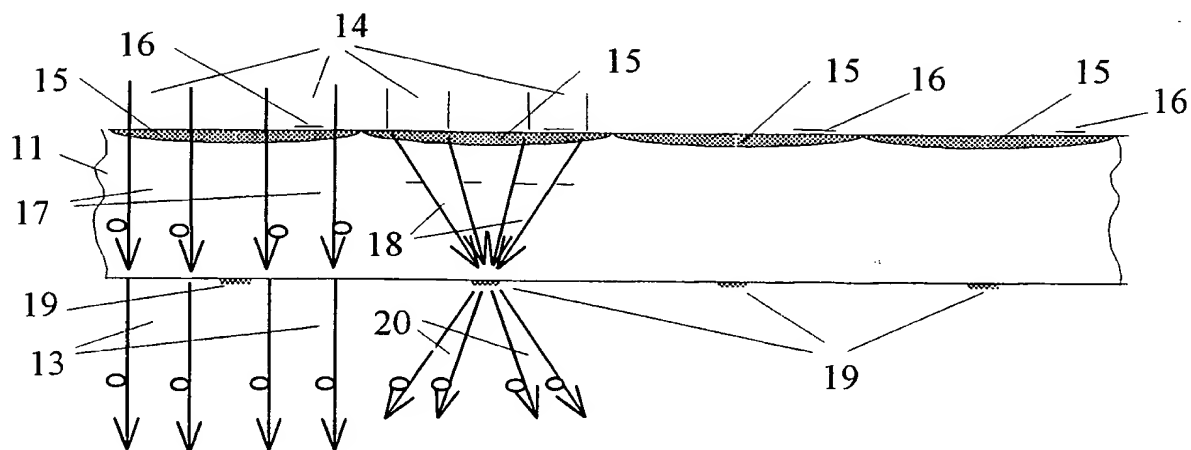


Фиг. 4

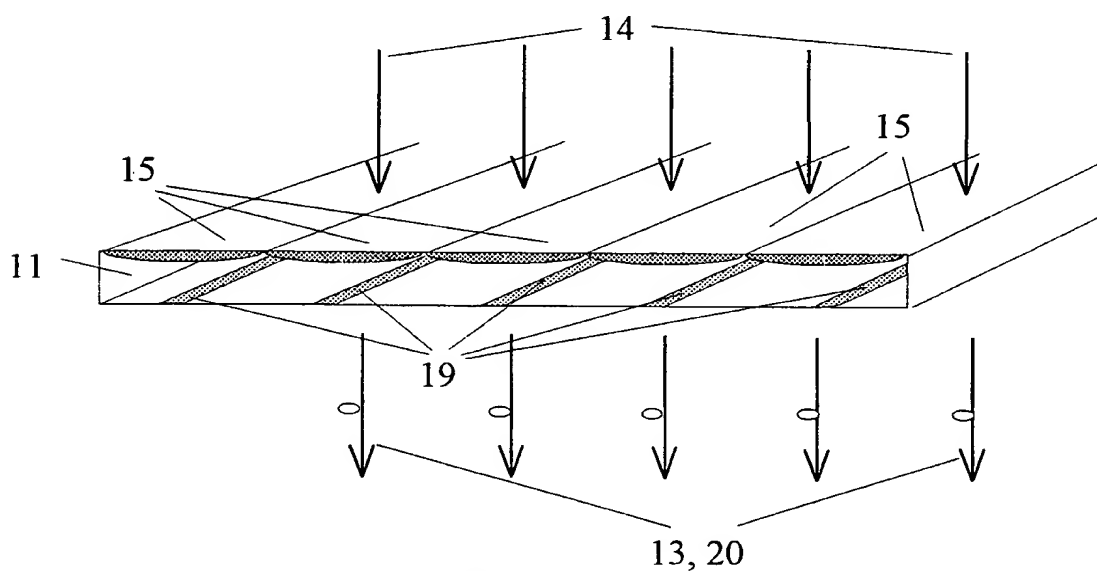


Фиг. 5

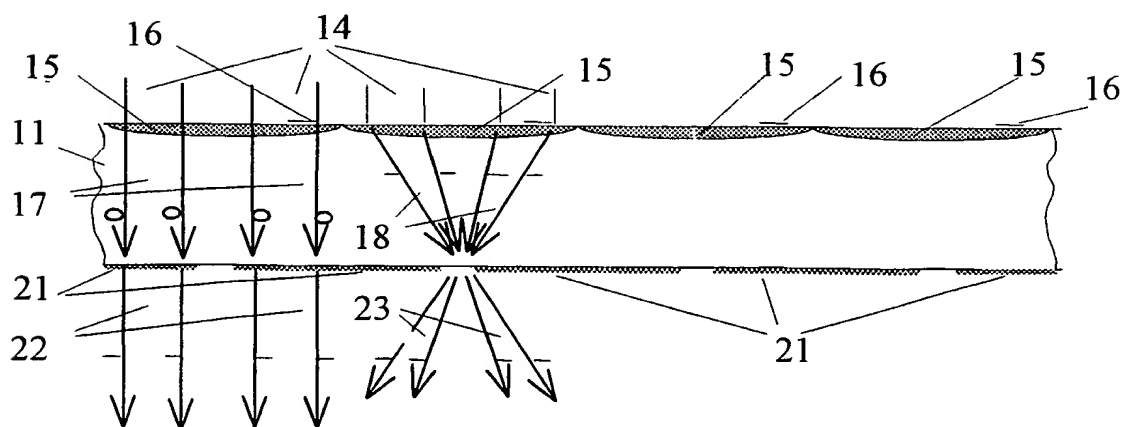
3/9



Фиг. 6

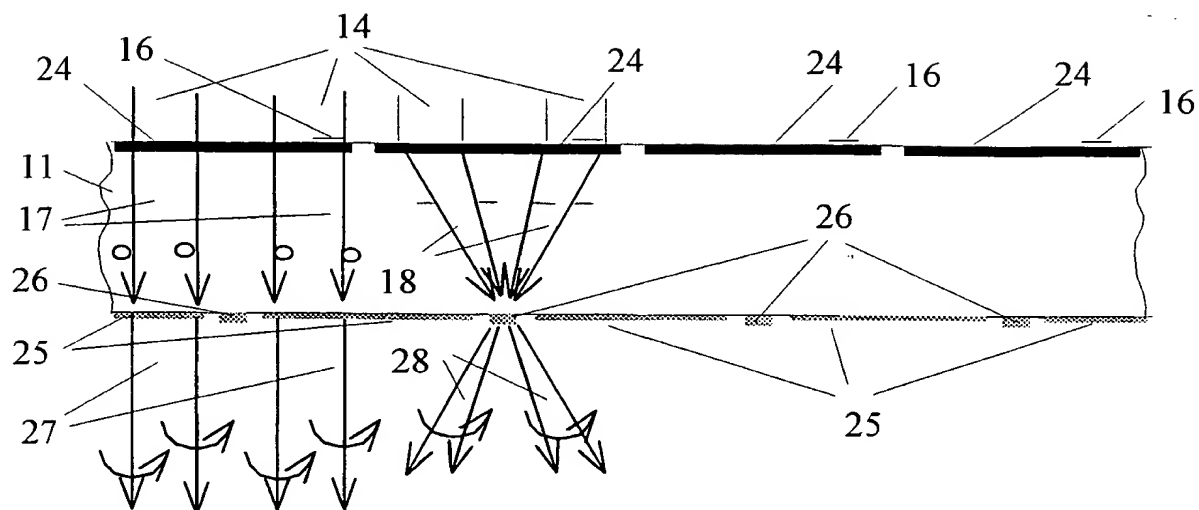


Фиг. 7

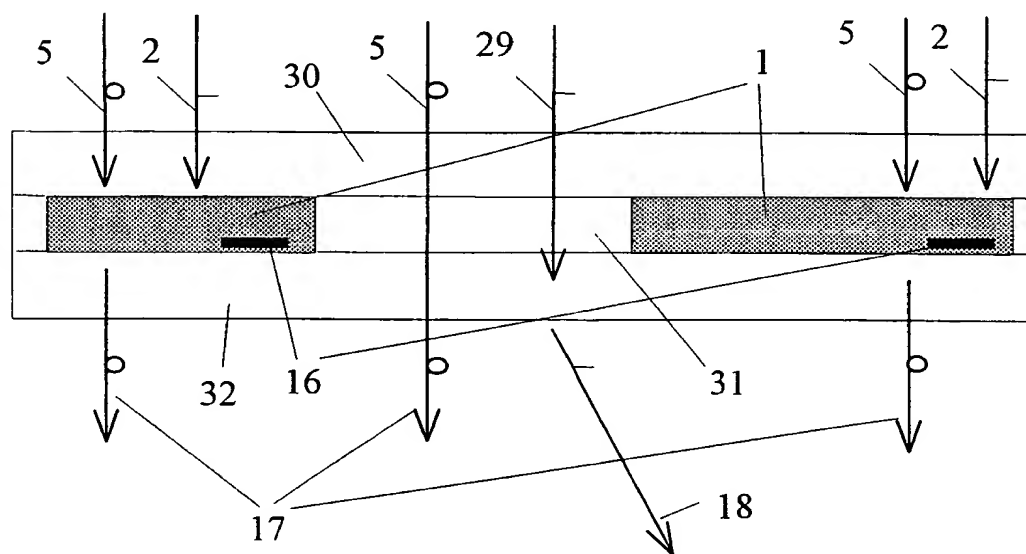


Фиг. 8

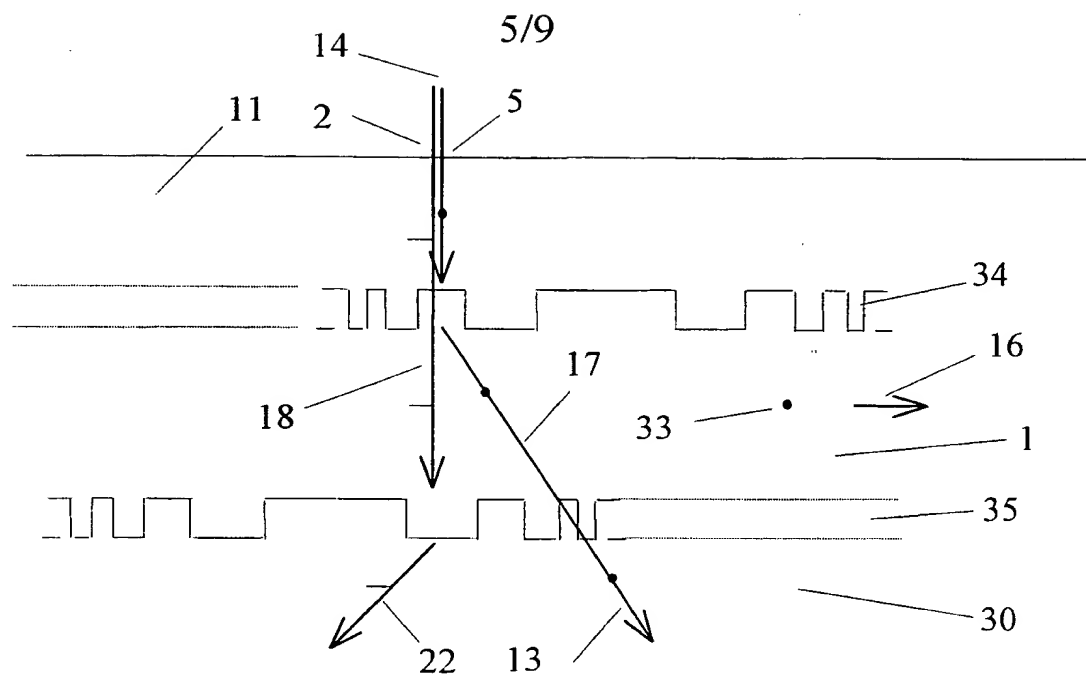
4/9



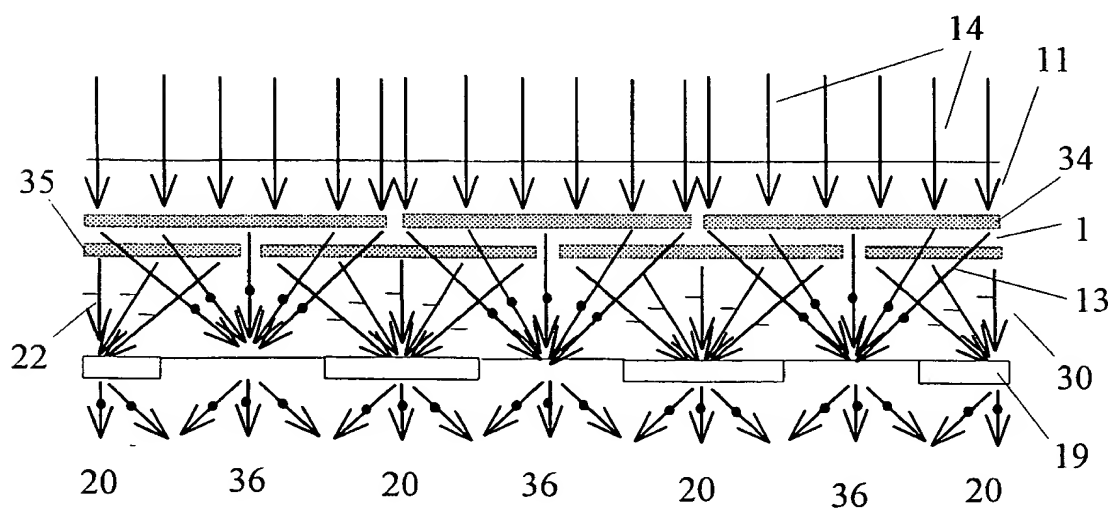
Фиг. 9



Фиг. 10

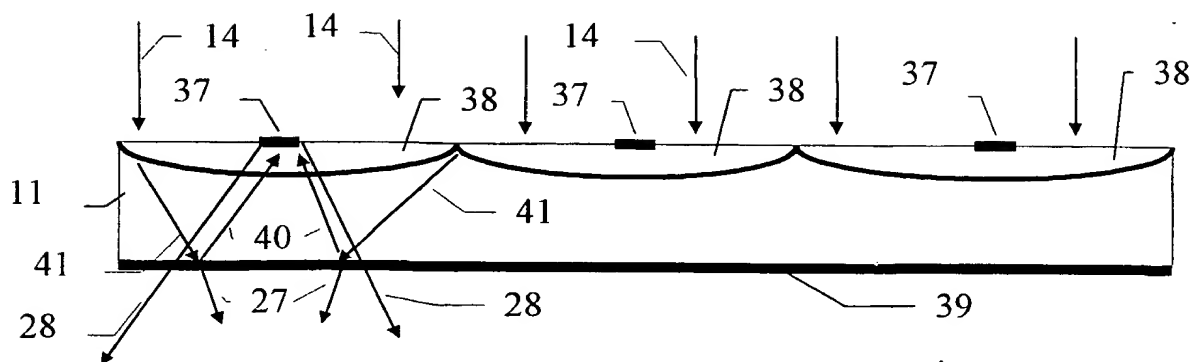


Фиг. 11

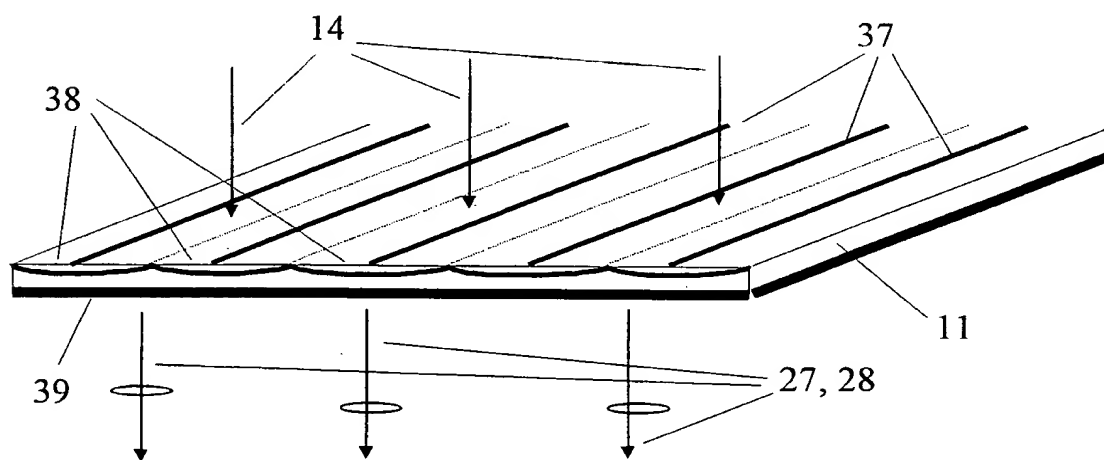


ФИГ. 12

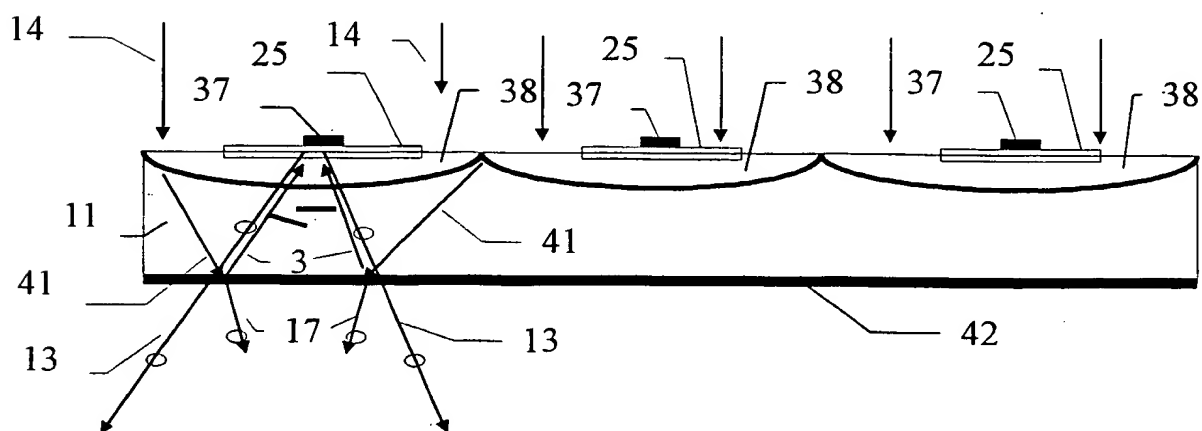
6/9



Фиг. 13

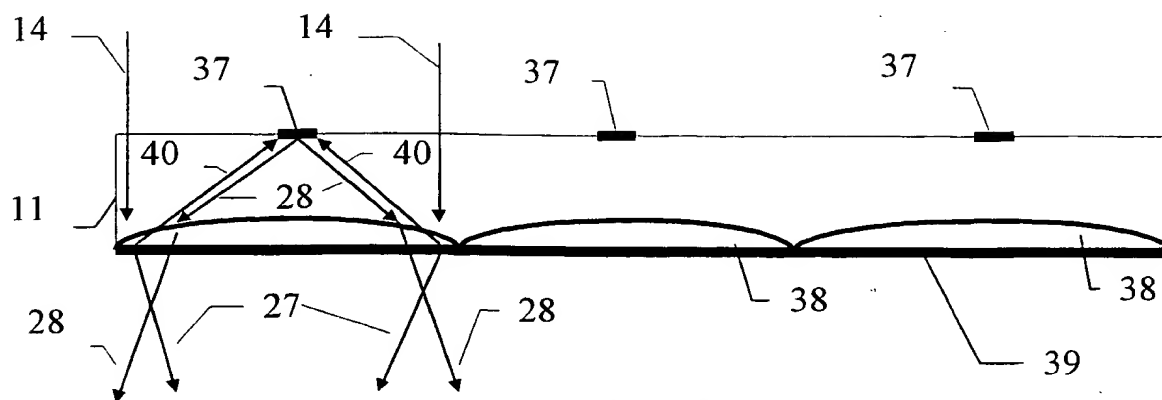


Фиг. 14

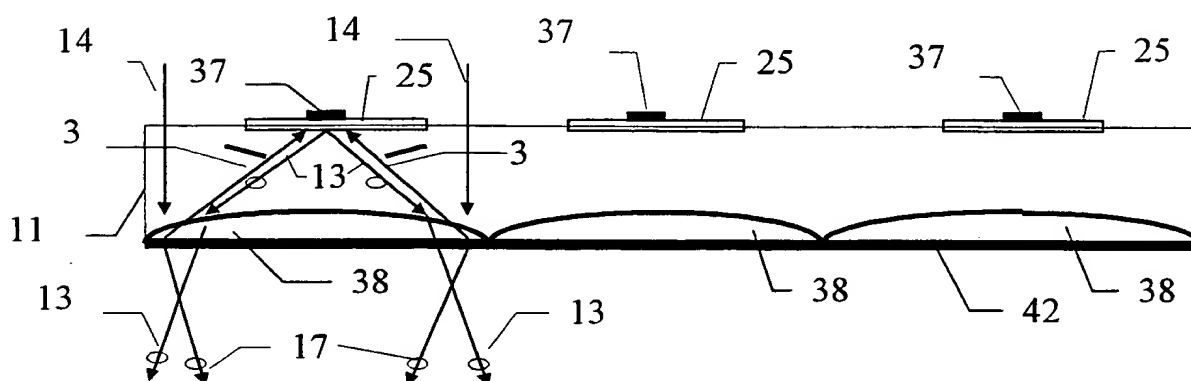


Фиг. 15

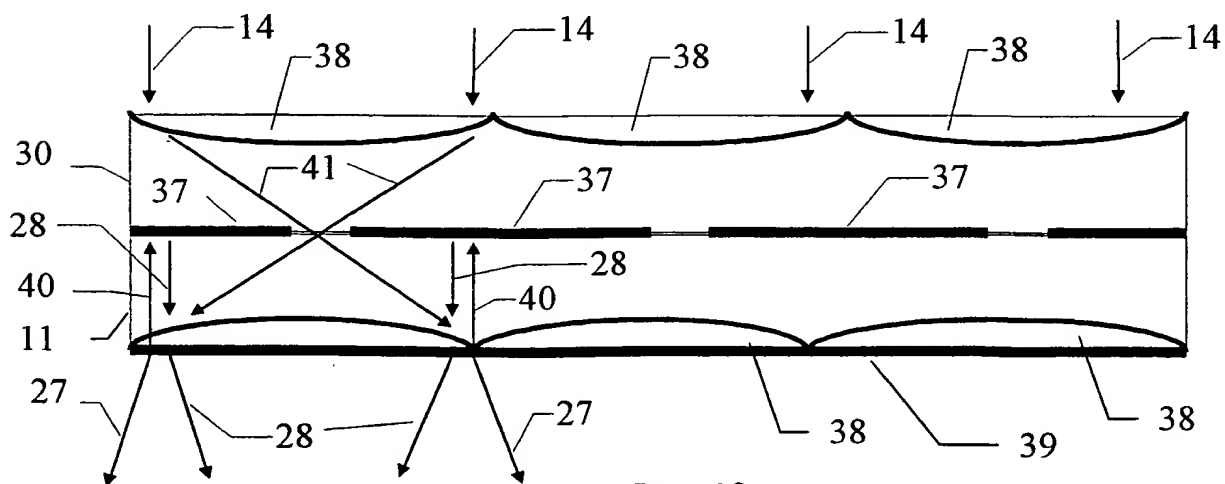
7/9



Фиг. 16

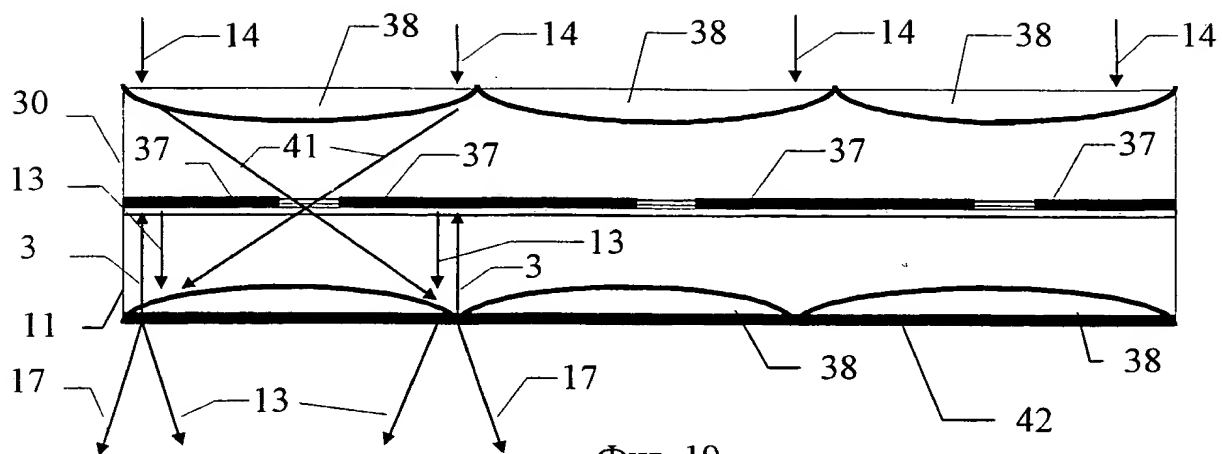


Фиг. 17

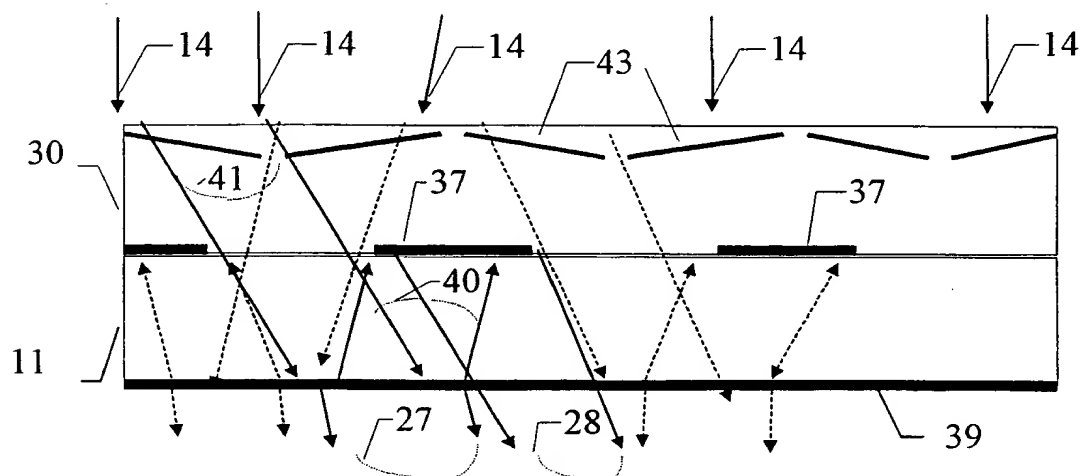


Фиг. 18

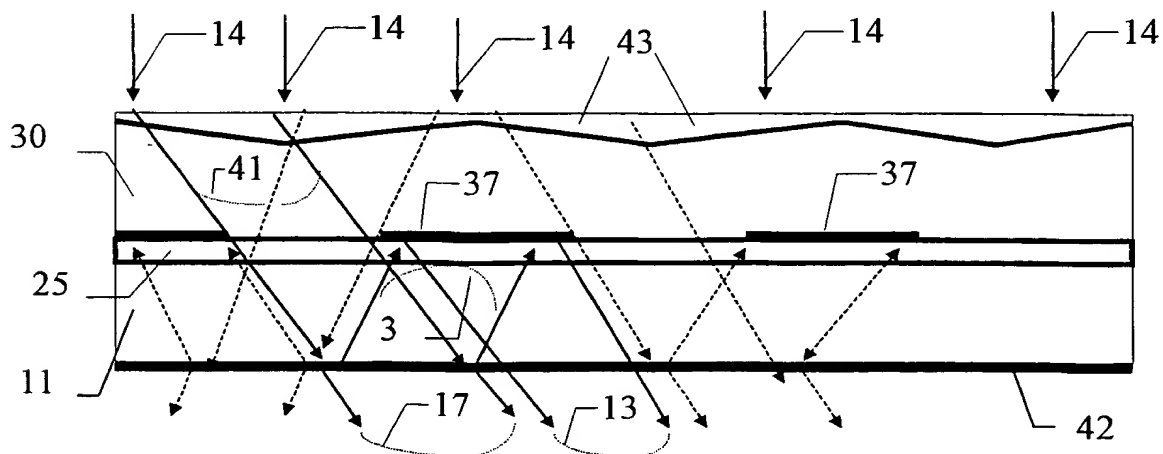
8/9



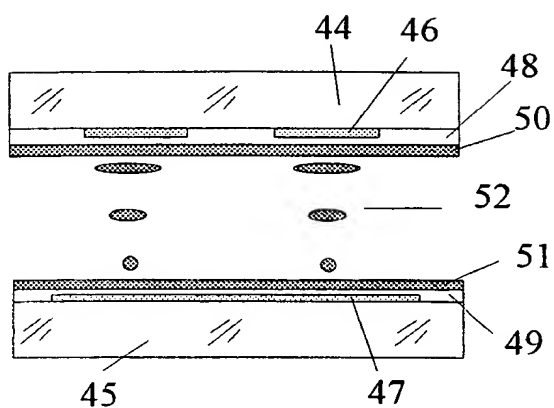
Фиг. 19



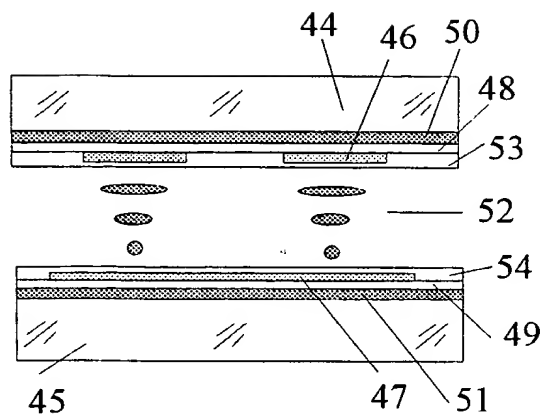
Фиг. 20



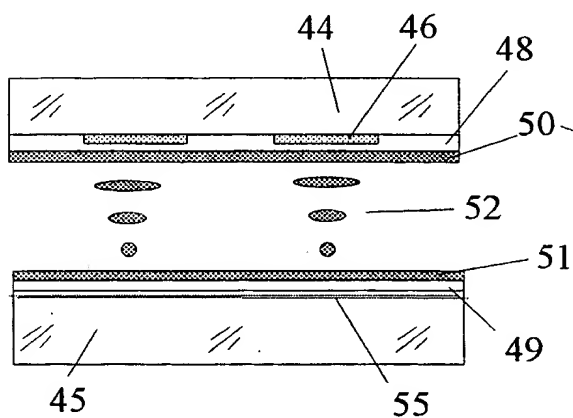
Фиг. 21



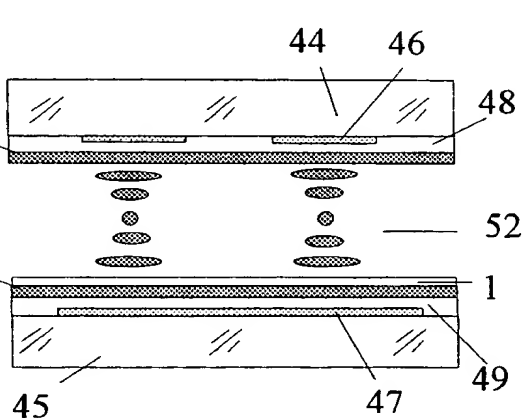
Фиг. 22



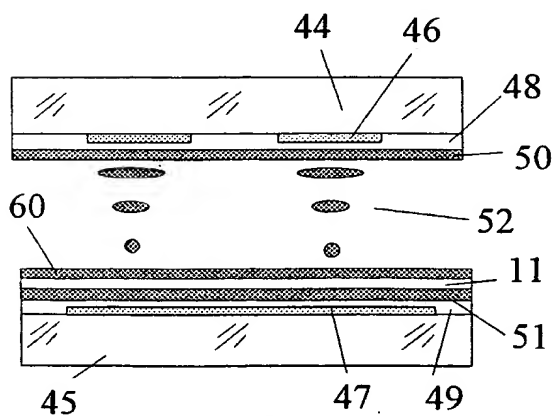
Фиг. 23



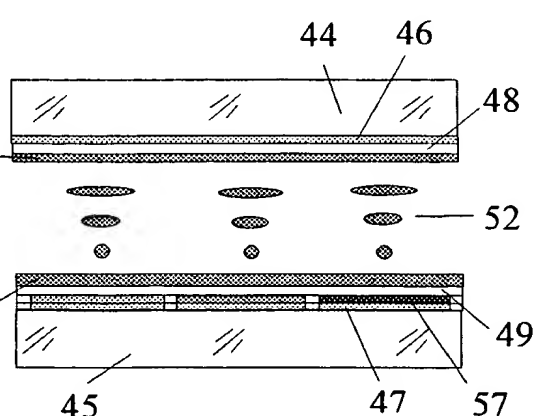
Фиг. 24



Фиг. 25



Фиг. 26



Фиг. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ RU 98/ 00415

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER⁶:

IPC6 G02B 5/30, G02F 1/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6 G02B 1/00, 1/08, 5/28, 5/30, 27/28, G02F 1/13, 1/133, 1/1333, 1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95/17692 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 29 June 1995 (29.06.95), the abstract, the claims	1 - 95
A	US 5126880 A (THE DOW CHEMICAL COMPANY) 30 June 1992 (30.06.92), the abstract, the claims	1 - 48
A	RU 95113563 A (KHAN IR GVON), 27 July 1997 (27.07.97), the claims	1 - 48
A	US 3528723 A (POLAROID CORPORATION) 15 September 1970 (15.09.70), the claims, figures 1, 3, 6	1 - 48
A	US 5650873 A (LOCKHEED MISSILES & SPACE COMPANY, INC) 22 July 1997 (22.07.97)	1 - 48
A	WO 97/01780 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 16 January 1997 (16.01.97), the abstract, the claims	1 - 95
A	RU 2017186 C1 (MALOE PREDPRIYATIE "INKOM") 30 July 1994 (30.07.94), the abstract	49 - 95



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
3 March 1999 (03.03.99)

Date of mailing of the international search report
17 March 1999 (17.03.99)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 98/00415

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G02B 5/30, G02F 1/13

Согласно международной патентной классификации (МПК-6)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-6:

G02B 1/00,1/08,5/28,5/30,27/28, G02F 1/13,1/133,1/1333,1/1335

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	WO 95/17692 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 29 June 1995 (29.06.95), реферат, формула	1-95
A	US 5126880 A (THE DOW CHEMICAL COMPANY) Jun. 30, 1992, реферат, формула	1-48
A	RU 95113563 A (ХАН ИР ГВОН) 27.07.97, формула	1-48
A	US 3528723 A (POLAROID CORPORATION) Sept. 15, 1970, формула, фиг. 1,3,6	1-48
A	US 5650873 A (LOCKHEED MISSILES & SPACE COMPANY, INC) Jul. 22, 1997	1-48
A	WO 97/01780 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 16 January 1997 (16.01.97), реферат, формула	1-95
A	RU 2017186 C1 (МАЛОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ИНКОМ") 30.07.94, реферат	49-95

☐ последующие документы указаны в продолжении графы С.

☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:

"А" документ, определяющий общий уровень техники

"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"Р" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень

"У" документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

"&" документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска
03 марта 1999 (03.03.99)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
17 марта 1999 (17.03.99)

Наименование и адрес Международного поискового органа:
Федеральный институт промышленной
собственности

Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1

Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

Е.Андрейченко

Телефон №: (095)240-5888

Форма PCT/ISA/210 (второй лист) (июль 1992)